

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

УДК 631.372-027.45

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-технологічного факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

технічного сервісу та інженерного

(назва кафедри)

менеджменту ім. М.П.Момотенка

(підпис)

Вячеслав БРАТШКО

(ім'я, прізвище)

(підпис)

Іван РОГОВСЬКИЙ

(ім'я, прізвище)

«___» _____ 2024 р.

«___» _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Удосконалення експлуатаційних показників парку машин застосуванням технології AMS в умовах ПрАО «МХП»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(код і назва)

Освітня програма «Агроінженерія»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

доктор технічних наук, професор

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Вячеслав БРАТШКО

(ім'я, прізвище)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доц. каф.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Любов ШИМКО

(ім'я, прізвище)

Виконав:

(підпис)

Максим ШЕНЕЛЕНКО

(ім'я, прізвище)

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри технічного сервісу та
інженерного менеджменту ім. М.П.Момотенка**

Д.Т.Н., проф. _____ **Іван РОГОВСЬКИЙ**
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я, прізвище)

« _____ » _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТАМ
Максиму ШЕНЕЛЕНКУ
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 208 «Агроінженерія»
(код і назва)

Освітня програма «Агроінженерія»
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи Удосконалення експлуатаційних показників
парку машин застосовуванням технології AMS в умовах ПраО «МХП»
затверджена наказом ректора НУБіП України від «30» грудня 2022 р. № 1943 «С»
Термін подання завершеної роботи на кафедру _____
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи Науково – технічна література;
результати науково-дослідних робіт по літературних джерелах експлуатаційних
показників інформаційної системи ґрунтообробних машинотракторних агрегатів

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз стану питання досліджень, мета, задачі дослідження
2. Проблеми сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур
3. Цифровізація виробничих процесів у сучасному агровиробництві
4. Основні експлуатаційні показники інформаційної системи ґрунтообробних машинотракторних агрегатів

Перелік графічного матеріалу Електронна презентація на 14 слайдах

Дата видачі завдання «11» листопада 2022 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Любов ШИМКО
(підпис) (ім'я прізвище)

Завдання прийняв до виконання _____ Максим ШЕНЕЛЕНКО
(підпис) (ім'я прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена підвищенню ефективності використання машинно-тракторних агрегатів при використанні телематичної системи AMS у точному землеробстві. Розраховано, що впровадження такої системи підвищує ефективність використання машинно-тракторних агрегатів, що утворені на базі техніки John Deere.

Робота складається з пояснювальної записки формату А 4, виконаної на 65 сторінках, додатків та супроводжувальних презентаційних слайдів, виконаних впрограмі Power Point.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП... | 7 |
| 1. ЗАГАЛЬНИЙ СТАН ПИТАННЯ... | 8 |
| 1.1. Проблеми сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур..... | 8 |
| Показники машиновикористання | 12 |
| 1.2. Методи підвищення показників використання машинно-тракторного парку..... | 16 |
| Обґрунтування теми дипломної роботи | 19 |
| 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ ПЛАТФОРМ..... | 20 |
| 2.1. Загальні відомості | 20 |
| 2.2. Цифровізація виробничих процесів у сучасному агровиробництві..... | 21 |
| 2.3. Основні функції цифрових платформ | 22 |
| 2.4. Основні існуючі цифрові платформи різних виробників | 25 |
| Висновки по розділу | 29 |
| 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА..... | 30 |
| 3.1. Програма досліджень..... | 30 |
| 3.2. Визначення показників машиновикористання | 31 |
| Висновок по розділу | 42 |
| 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ | 44 |
| 4.1. Суть охорони праці | 44 |
| 4.2. Аналіз шкідливих факторів при вирощуванні пшениці ярої..... | 44 |
| 4.3. Організаційні та технічні заходи по забезпеченню захист працівників..... | 46 |
| 4.4. Правила безпечного виконання робіт при роботі з обладнанням, інтегрованим в систему AMS..... | 48 |
| 4.5. Розробка вимог безпеки праці при настанні надзвичайної ситуації..... | 50 |
| Висновки по розділу | 51 |

| | |
|--|----|
| 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОТИ..... | 53 |
| 5.1. Резюме..... | 53 |
| 5.2. Суть економічного ефекту | 53 |
| 5.3. Економічне обґрунтування розробленої технології | 54 |
| Висновки по розділу | 57 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ | 58 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 59 |

ВСТУП

Подальший розвиток аграрного сектору України невпинно буде супроводжуватися впровадженням сучасних технологій землеробства, які забезпечать: розширення енергоощадних технологій вирощування с.-г. культур, скорочення витрат на використання техніки, тотального контролю і обліку стану ґрунтів, посівів, ресурсів, виробництва і т. д. Не дивлячись на те, що Україна сьогодні займає провідне місце за темпами впровадження сучасних технологій в землеробстві у світі, цифрове землеробство (ЦЗ) впроваджується не так стрімко. Крупні агрохолдинги та середні фермери мають високотехнологічну зарубіжну техніку провідних світових виробників. Слід зауважити, що в цілому, проблем із забезпеченням сільського господарства новою технікою сьогодні немає. Всі технологічні операції виконуються, як правило, у встановлені терміни. Розпочалася боротьба і конкуренція за собівартість робіт. Однак, при цьому, коефіцієнт використання техніки ще знаходиться на невисокому (а іноді, на неприпустимо низькому) рівні, який сягає 65...80%. Хоча техніка оснащена передовими засобами діагностики, контролю та автоматичного управління. І мало хто з фермерів знає, що вже володіє багатьма безкоштовними опціями в придбаній техніці, але через незнання, як ними користуватися, безпідставно переплачують кошти деяким дилерам, у яких немає відповідного персоналу.

Чому так відбувається? Причин, звичайно, декілька, але одна з них – відсутність розуміння власника агропідприємства про алгоритм впровадження технологій ЦЗ та кваліфікованих операторів техніки, іноді негативну роль грає банальна неграмотність або небажання розвивати підприємство.

Однак, вже сьогодні можна зробити висновок про те, що той, хто перший освоїть технології ЦЗ, забезпечить колосальну конкурентоспроможність свого підприємства, сталий розвиток і збереже його.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є обґрунтування доцільності впровадження у виробництво технологічних рішень шляхом

застосування інформаційної системи ґрунтообробних машиннотракторних агрегатів підвищення ефективності використання машинно-тракторного парку.

Об'єктом магістерської кваліфікаційної роботи є технологічні рішення інформаційних систем ґрунтообробних машинно-тракторних агрегатів.

Предмет магістерської кваліфікаційної роботи – експлуатаційні показники машинно-тракторного агрегату.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

- навести характеристику існуючих програм та проаналізувати їх;
- розробити заходи із впровадження технології цифрового землеробства «AMS»;
- розробити заходи з охорони праці при використанні технології цифрового землеробства «AMS»;
- надати економічне обґрунтування роботи.

1. ЗАГАЛЬНИЙ СТАН ПИТАННЯ

1.1. Проблеми сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур

Україна – одна з найбільших аграрних країн Європи і світу. Тільки за останні роки на полях нашої держави агропідприємствами різної форми власності було вирощено зерна в межах 53...64 млн.т. За даними аграрних експертів протягом наступних 10 років Україна продовжить покращувати свої позиції на світовому ринку зерна і, потенційно, увійде до топ-5 країн експортерів зернових, збільшивши свою частку до 14% [1]. Це досить суттєве досягнення, враховуючи те, що власного виробництва зернозбиральних комбайнів та й, фактично, серйозного виробництва тракторів, в Україні немає. За рахунок іноземної техніки і адаптованих до умов України технологій ми змогли наростити виробництво зерна і продовжуємо це робити.

Однак, в останні роки, враховуючи зміну клімату та організаційні питання, маржинальність виробництва зерна стала зменшуватись. Так, лише в 2019 році прибутковість даної галузі впала втричі [2]. Згідно з цитатою Романа Сластьона – генерального директора УКАБ - незважаючи на постійне підвищення урожайності культур та рекордні врожаї, рентабельність виробництва в рослинництві за останні 5 років суттєво знизилась. «Основною причиною зменшення прибутковості є ріст вартості ресурсів агровиробництва на фоні зниження цін зернових та олійних. Так, лише за останніх три роки орендна плата за землю зросла на 55%, а заробітна плата працівників збільшилась у 2 рази. Крім того, збільшилися податкові відрахування через скасування спецрежиму оподаткування ПДВ в 2017 році, що коштувало аграріям понад 30 млрд. грн.» [2]. Таким чином і конкуренція між агровиробниками перемістилася з площини максимальної урожайності, у площину зменшення собівартості отриманої продукції.

Отже, сьогодні великі агрохолдинги та середні фермерські господарства

(до 5000 га) мають технічну змогу впроваджувати енергоощадні технології землеробства: технології мінімальної обробітки – Mini-till, Strip-till, нульової обробітки – No-till. Малі фермерські господарства впроваджують технології, що мають ознаки різних енергоощадних і також направлені в цілому на збереження ґрунту, мінімізацію витрат на виробництво тощо. Також, основним завданням сучасних агротехнологій є завдання збереження і накопичення ґрунтової вологи. Це спонукає до розробки адаптивних технологічних заходів, застосування техніки на гусеничних рушіях, ширшого використання хімічних засобів захисту рослин (ЗЗР) тощо.

Наведемо деякі переваги, недоліки, енергетичні та технічні засоби, які використовуються в технологіях.

Mini-till – технологія мінімальної обробітки ґрунту, коли застосовуються комбіновані агрегати, а глибина обробітки, часто не перевищує 4 см. Однак, це не є догмою. Іноді в технології Mini-till використовують навіть оранку. До переваг такої технології слід віднести зниження енерговитрат та собівартості виробництва продукції. До недоліків – необхідність активного використання ЗЗР, що зумовлено підвищенням забур'яненості посівів, а також зменшення урожайності. Техніка: енергонасичені трактори – ХТЗ-17221, John Deere 7/8/9 – серій, Case IH Magnum, STX та інші. Сільськогосподарські машини: комбіновані агрегати типу Lemken Smaragd, культиватори для суцільної обробітки ґрунту з вирівнювачами поверхні – John Deere 2210, КН-3,8; Агро-Атом тощо.

No-till – технологія нульової обробітки ґрунту, яка не передбачає будь-якої обробітки ґрунту взагалі. До переваг відносяться: інтенсивне накопичення ґрунтової вологи, стабілізація і, згодом, повне припинення ерозії ґрунтів, зниження залежності технології від погодних умов, суттєве зниження собівартості виробництва та ряд інших. До недоліків можна віднести такі – очікуване зниження урожайності в перші 2...3 роки впровадження технології; інтенсивне застосування ЗЗР, необхідність використання дорогої широкозахватної техніки, переважно на гусеничних рушіях. Техніка:

енергонасичені енергетичні засоби на спарених та гусеничних рушіях; сільськогосподарські машини – сівалки прямого посіву (Turbosem-II 19-60, Cross-Slot, John Deere 1895 та ін.), самохідні обприскувачі типу Hagie STS 12/16, John Deere 4930/4030/4730 та ін., бунккри- перевантажувачі Kinze-850/1350, UW-20, перевантажувачі заводу Кобзаренка та інші.

До цієї технології можна віднести три ключові макрооперації:

- прямий посів;
- догляд за посівами (як правило, хімічний);
- збирання.

Наприклад, може використовуватися наступна техніка (рис.1.1 – 1.3).

Посів: трактор типу Case MX 380, John Deere 8335R у агрегаті з сівалками типу Horsh Maestro 36.5 або Turbosem II 19-60, або John Deere 1890/95.



Рис.1.1. Агрегат Case MX 380 + Horsh Maestro 36.5, що використовується в технологіях No-till та Strip-till.



Рис.1.2. Самохідний обприскувач John Deere 4830 може використовуватись у всіх сучасних технологіях разом з системою AMS.



Рис.1.3. Агрегат у складі трактора Case IH Quadtrac 600 і бункера-перевантажувача Kinze-1350 призначений для збирання зерна від комбайнів, транспортування на край поля і перевантаження в автомобілі.

Strip-till – технологія смугового обробітку ґрунту, за якого добрива і насіння вносяться в одну стрічку на різні глибини і в подальшому механічний обробіток ґрунту відбувається лише в прирядковій зоні. Переваги: зниження витрат на виробництво, зменшення ерозії ґрунту, збереження ґрунтової вологи. Недоліки: використання спеціальної техніки, підвищення витрат на ЗЗР. Техніка – енергонасичені та звичайні трактори; сільськогосподарські

машини – сівалки типу Horsch Maestro, агрегати для смугового обробітку ґрунту типу АСОГ- 8, Orthman, SLY, Bigham Brother, Carter, Agro-Lend, Sunflower, Wil-Rich, Yetter (Maverik), Remlinger, Till-n-Plant, Strip Ripper [3]. Енергетичні засоби застосовуються такі ж, як і за нульової технології. Із застосуванням технологій точного землеробства ефективність Strip-till – технології зростає.

Традиційній технології вирощування с.-г. культур притаманна багатоваріантність як у технічних засобах, так і в технологічних прийомах. Передбачає собою інтенсивний механічний обробіток ґрунту, догляд за рослинами, як механічний, так і хімічний.

Енергетичні засоби, що притаманні цій технології мають широку номенклатуру: МТЗ-1221, ХТЗ-17221, ХТЗ-181, увесь ряд тракторів Case IH, John Deere, New Holland та інших, що наразі експлуатуються в Україні.

До сільськогосподарських машин, що застосовуються за традиційної технології відносяться плуги (наприклад, ПЛН-3-35; ПЛН-5-35; Kuhn Vary-5; Lemken Diamant/Euro Oral та ін.); борони дискові та ґрунтообробні знаряддя (БДТ-7; АГН-4,2; СТЕП-2,4; УДА-3,8 та ін.); культиватори (КПС-8 «Восход»; КН-3,8; БПК-8 та ін.).

До переваг цієї технології можна віднести вищу урожайність с.-г. культур. До недоліків, які стали явними за останні роки – значна деградація ґрунтів, втрата ґрунтового вологозапасу, утворення плужної підшви, зростання собівартості продукції та ін.

Таким чином, в застосуванні кожної з наведених технологій є свої переваги і недоліки, технічні та організаційні проблеми, які необхідно вирішувати при впровадженні цих технологій. Однак, сьогодні набирають перевагу енергоощадні технології, які забезпечуються високопродуктивною технікою, більш раціональним її використанням. Наскільки техніка використовується раціонально, можна побачити з показників машиновикористання.

Одним із недоліків сучасних широкозахватних агрегатів є їх мінімальна

кількість у господарствах, внаслідок їх високої продуктивності і дороговизни. Наприклад, нами було встановлено, що чотири години простоювання посівного агрегату Case IH 380 + Turbosem II 19-60 в технічному обслуговуванні вартує недосівом 24 га.

При всіх вищеописаних технологіях показники машиновикористання мають різні значення. Розглянемо основні показники машиновикористання.

1.2. Показники машиновикористання

Склад машинно-тракторних агрегатів не лише обумовлює витрати на проведення технологічних операцій, а й забезпечує своєчасність та якість виконання технологічних заходів. А тому, пошук оптимальних значень параметрів технологічної системи виробництва продукції рослинництва (технологія, комплекс машин, організація робіт) є функцією біологічних, технологічних, природних, економічних, соціальних та інших факторів, частина яких носить ймовірний характер. Це впливає на ефективність технічних (машинно-тракторний агрегат, машинно-тракторний парк) та технологічних (технології вирощування) систем. Тому в комплексах машин для впровадження сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур повинні використовуватись як нові високопродуктивні машини, так і ті що є в господарствах.

Показники машиновикористання в рослинництві можна умовно підрозділити на три групи:

- показники, що характеризують рівень технічної оснащеності;
- показники рівня використання машинно-тракторного парку;
- показники ефективності використання машинно-тракторного парку.

Основними показниками *технічного оснащення* є: тракторозабезпеченість, машинозабезпеченість, енергонасиченість, енергоозброєність праці.

Тракторозабезпеченість – це відношення середньорічної кількості еталонних тракторів до 100 га ріллі. Сьогодні цей показник мало

використовується при плануванні роботи агропідприємств.

Машинозабезпеченість – це відношення балансової вартості с.-г. машин, що агрегуються з тракторами до балансової вартості тракторів.

Розраховується за залежністю:

$$m_{сгм} = B_{сгм} / B_m \quad (1.1)$$

де $B_{сгм}$ – балансова вартість всіх с.-г. машин господарства, грн.;

B_m – балансова вартість тракторів, грн.

Енергонасиченість – оцінюється сумарною ефективною потужністю тракторів, комбайнів, самохідних машин і енергетичних засобів, що припадає на 100 га ріллі.

Енергоозброєність праці оцінюється сумарною ефективною потужністю тракторів, комбайнів, самохідних машин і енергетичних засобів, що припадає на одного середньорічного працівника, зайнятого на виробництві. Енергоозброєність, наприклад, в Україні може суттєво відрізнитись у різних господарствах. Так, наприклад, в ТОВ «Агро КМР» на 12500 га ріллі припадає 53 працівника.

Відповідно, потужність всієї техніки складає 4090 кВт, отже енергоозброєність складає 77,2 кВт / люд.

У одному з агропідприємств Новомосковського району, яке має площу 7458 га, 124 працівника та енергетичні засоби, загальною потужністю 7655 кВт, енергоозброєність складає 61,7 кВт / люд. Дане підприємство працює за традиційними технологіями.

У великих розвинених с.-г. підприємствах, намагаються використовувати широкозахватну високопродуктивну техніку, тобто рівень агротехніки зовсім інший.

До показників рівня використання машинно-тракторного парку можна віднести рівень механізації в технологіях, який можна визначити за формулою:

$$P_{\text{мех}} = \frac{Q_{\text{мех}}}{\text{заг}} \quad (1.2)$$

де $Q_{\text{мех}}$ – обсяг механізованих робіт;

$Q_{\text{мех}}$ – загальний обсяг робіт.

Звичайно, чим більше значення $P_{\text{мех}}$ – тим вищий рівень механізації і технологія є прогресивніша, вища продуктивність праці.

В сучасних технологіях, рівень механізації досягає 98 %, однак, на 2 % ручної праці може припадати від 20 до 40 % затрат. Це роботи з ручного навантаження добрив, насіння, перекидання буртів збіжжя, збирання коренеплодів і т.д.

Показники ефективності використання машинно-тракторного парку дають повну й об'єктивну оцінку використання тракторного парку. Їх можна розділити на техніко-економічні показники, що характеризують ступінь екстенсивного й інтенсивного завантаження тракторного парку [4].

Показники екстенсивного завантаження характеризують ступінь використання робочого часу машин. Вони можуть бути як абсолютними, так і відносними.

До абсолютних показників відносяться:

- ❖ кількість відпрацьованих днів, змін і годин одним трактором за аналізований період часу;
- ❖ середня тривалість зміни.

До відносних можна віднести:

- ❖ коефіцієнт використання тракторів у роботі (відношення кількості відпрацьованих днів тракторами до кількості машино-днів перебування в господарстві);
- ❖ коефіцієнт змінності (відношення кількості відпрацьованих змін до кількості відпрацьованих днів тракторним парком);
- ❖ коефіцієнт корисного використання робочого часу за день, зміну (відношення корисного часу роботи вчасно перебування в убранні).

До показників інтенсивного завантаження тракторного парку

відносяться такі: середньорічний, середньоденний, середньозмінний і середньогодинний виробіток трактора. Вони підраховуються розподілом обсягу виконаних робіт в ум. ет. га на середньорічну кількість тракторів, кількість відпрацьованих за рік днів, змін і годин відповідно [5].

Також про рівень використання машинно-тракторного парку свідчить показник своєчасності виконання польових робіт, який можна розрахувати за формулою:

$$T_{зм} \cdot \sum_j W_j \cdot n_j \cdot k_{зм} \geq \frac{F}{D_p} \quad (1.3)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, 7 год.;

W_j – годинна продуктивність агрегату, га/год.;

n_j – кількість агрегатів, од.;

$k_{зм}$ – коефіцієнт змінності (приймають 1; 1,5; 2; 3);

F – площа обробітку, га;

D_p – агротехнічна кількість днів, протягом яких необхідно виконати відповідний обсяг робіт, днів.

З виразу видно, що коли виконується нерівність, то технологічна операція буде виконана вчасно. На швидкість виконання операцій впливає кількість агрегатів, їх продуктивність, коефіцієнт змінності.

Сьогодні продуктивність агрегатів зросла суттєво у порівнянні, наприклад, з початком 2000-х років. А тому, агропідприємства стали надавати перевагу потужним тракторам, які агрегуються з широкозахватною технікою. Відповідно, кількість машинно-тракторних агрегатів (МТА) зменшилася і їх коефіцієнт використання зріс. Втрати у продуктивності та ефективності використання в таких МТА є наступні:

- великі смуги перекриття при виконанні технологічних операцій (культивуація, хімічний обробіток, дискування тощо);

- зниження продуктивності МТА внаслідок втомлюваності

механізаторів;

- інші причини, пов'язані з роботою в нічний час, при туманах тощо.

1.3. Методи підвищення показників використання МТА

Планування обсягу механізованих робіт здійснюється на основі технологічних карт. Для окремих агрегатів, чи процесів їхніх груп складають плани-маршрути, графіки роботи, логістичні маршрути, що сприяють скороченню втрат робочого часу і підвищенню їхньої продуктивності.

Розподіл механізованих робіт з марок тракторів, комбайнів і інших складних машин проводять з урахуванням їх специфіки й економічності, забезпечуючи рівномірне завантаження всіх механізмів у найбільш напружені періоди. З метою зменшення витрат саме в цій статті, доцільно використовувати однакові марки техніки по групах. Наприклад, зернозбиральні комбайни однієї марки, трактори іншої, або такої ж і т.д. Застосування однакової марки техніки дозволяє не тільки ефективно використовувати взаємодію між агрегатами, але і скорочувати затрати на організацію обслуговування, знаходити, наприклад, типові відмови, та бути готовим до їх усунення.

При комплектуванні агрегатів беруть до уваги рекомендації виробників та умови роботи в агропідприємстві.

При цьому трактори і машини повинні відповідати один одному за основними параметрами і показниками: наприклад, ширина захвату посівних машин і культиваторів для міжрядної обробки, ширина захвату жаток і пропускна здатність комбайнів, ширина міжрядь, колії і розмірів коліс і гусениць тракторів.

Використання машин і знарядь повинне здійснюватися на основі організаційно-технічних правил їхньої роботи і технологічних карт. Велике значення мають правильне розміщення агрегатів на полі, підготовка робочих місць, розбивка загінок, спосіб руху техніки, плани-маршрути. Наприклад, на

збиральних роботах зернових та технічних культур в нульовій технології, забороняється виїзд автомобілів на поле. Вони розташовуються на краю поля, а зерно чи насіння від комбайнів до них транспортують бункери-перевантажувачі (рис.1.4).



Рис.1.4. Момент вивантаження насіння соняшника в бункер-перевантажувач. Наступним етапом буде перевантаження насіння в автомобіль на краю поля.

Підвищення ефективності використання машин досягається шляхом скорочення часу на неминучі в період польових робіт переміщення техніки і робочої сили, посилення матеріальної зацікавленості і відповідальності механізаторів і інших працівників, уведення диспетчерської служби, двозмінної роботи, застосування економічних швидкісних і широкозахватних агрегатів, групового методу [4]. Сьогодні до перелічених засобів додалася ще система дистанційного контролю виконання робіт. Для цього використовують цифрові платформи, які ми розглянемо в наступному розділі роботи.

Щоб підрахувати резерв збільшення обсягу тракторних робіт за рахунок росту середньо годинного виробітку тракторів, необхідно її можливий приріст, виявлений на основі факторного аналізу, помножити на можливу кількість годин роботи всього тракторного парку в плановому періоді [4].

Поліпшення показників використання машин у – одна з головних умов

підвищення продуктивності праці і зниження собівартості. Збільшення виробітку тракторів і комбайнів, як найбільш важливих механічних засобів виробництва, рівносильне росту їхньої кількості без додаткових витрат. У кожному підприємстві важливо проводити глибокий аналіз роботи тракторів і машин, розкривати можливості збільшення їхньої продуктивності.

До сучасних методів підвищення показників машиновикористання доцільно віднести *цифрові методи* управління та контролю за технологічними процесами. Для цього техніка оснащується різноманітними контролерами - датчиками – які фіксують місцеперебування агрегату, його технічні та технологічні параметри (швидкість руху, урожайність культури, втрати, витрату пального та багато інших), а також фіксація цих показників в цифрових платформах. Таким чином, власник агропідприємства або спеціалісти можуть отримати ці дані в будь-який момент і проаналізувати показники машиновикористання, оперативно зробити висновки чи прийняти ефективне рішення щодо усунення або упередження неефективних рішень чи виробничих ситуацій, що призводять до несанкціонованих простоювань, зниження продуктивності агрегатів тощо.

Таким чином до методів підвищення показників машиновикористання можна віднести такі:

- організаційні;
- техніко-технологічні;
- цифрові.

1.4. Обґрунтування теми магістерської кваліфікаційної роботи

До прогресивних методів підвищення показників ефективності використання машинно-тракторного парку віднесемо цифрові методи. Вони забезпечуються технологіями безпроводного зв'язку (GPS, GPRS, GSM тощо), відповідним обладнанням (електронними комп'ютерами-моніторами, датчиками, ноутбуками, планшетами і т.д.) та комп'ютерними програмами,

так званими софтами, які акумулюють у собі всі зібрані дані. Таким чином, можна зробити висновок, що сьогодні розвиток сільського господарства має супроводжуватися впровадженням сучасних технологічних рішень, одне з яких – застосування систем позиціонування та цифровізація виробничих процесів.

У зв'язку з вищезначеним у даному розділі, метою роботи є обґрунтування доцільності впровадження у виробництво технологічних рішень шляхом застосування цифрових методів підвищення ефективності використання машинно-тракторного парку.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

- навести характеристику існуючих програм та проаналізувати їх;
- розробити заходи із впровадження технології цифрового землеробства «AMS»;
- розробити заходи з охорони праці при використанні технології цифрового землеробства «AMS»;
- надати економічне обґрунтування роботи.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ ПЛАТФОРМ

2.1. Загальні відомості

Практика фермерів США, Канади, Австралії, інноваційних агропідприємств України показує, що впровадження технологій цифрового землеробства (ЦЗ) не тільки забезпечує високий рівень планування, контролю за виконанням, скороченням поточних і планових витрат, а й забезпечує підвищення прибутків від 10 %. У той же час, значна проблема, з якою зустрілися фермери України – це відсутність гнучкого алгоритму ведення ЦЗ. Нами виявлено, що дилери, які пропонують споживачам обладнання і програмне забезпечення не готові в повній мірі постійно надавати кваліфікований супровід підприємства, організувати необхідне і достатнє навчання споживачів продукту. Навпаки, за більш-менш інформаційно ємкі консультації вони беруть плату, підвищуючи цим самим вартість впровадження і ведення ЦЗ, а відтак, останнє стає громіздким і незрозумілим для фермера.

Сьогодні в сільськогосподарському виробництві впроваджуються штучний інтелект та автоматизація (на основі роботизації), оскільки вони викликають доволі широке поширення потенційних позитивних змін, серед яких можна виділити наступні [6]:

- мережі фізичних об'єктів (пристроїв), Інтернет речі (IoT), які містять вбудовані технології спілкування та розуміння, або взаємодіють зі своїми внутрішніми станами чи зовнішнім середовищем;
- роботизація – відноситься до автоматизації системи або процесу з боку використання роботизованих пристроїв;
- штучний інтелект (AI) – це будь-який пристрій, який сприймає своє оточення та вживає дій, які максимально збільшують шанси на успішне досягнення своїх цілей;
- великі дані (Big Data) – великі дані забезпечують підвищення рівня прийняття аналітичних рішень шляхом збільшення обміну даними та

відноситься до наборів даних, які занадто великі й складні для традиційної обробки.

Сьогодні відомі визначення точного та «розумного землеробства» (їх можна знайти у вільному доступі на теренах Інтернету), впровадження яких дозволяє збирати значну кількість різноманітних даних виробництва в реальному часі і зберігати їх. Цифрове ж землеробство інтегрує обидві концепції **точного та розумного землеробства**. Його можна визначити як «послідовне застосування методів точного та розумного землеробства, внутрішніх та зовнішніх взаємозв'язків господарства, а також використання як веб-платформ, що містять дані, так і аналізу великих даних» – згідно з визначенням DLG (Німецького сільськогосподарського товариства).

2.2. Цифровізація виробничих процесів у сучасному агровиробництві

Як уже було описано вище, впровадження технологій ЦЗ дозволяє зменшити собівартість вирощеної продукції шляхом скорочення витрат на її вирощування, оптимізації внесення насіння та добрив, ЗЗР тощо.

Наведемо один приклад, як і на чому можна заощадити, використовуючи програмне забезпечення AFS, безпілотний літальний апарат (БПЛА) та інший цифровий супровід. Так, в одному з підприємств за допомогою БПЛА здійснено оперативний контроль стану посівів ріпаку. Оглядом виявлено, що тривалі дощі сприяли утворенню на полі певної кількості невеликих озер (так званих «блюдець»), це спровокувало вимокання рослин і, врешті посіви були на певних площах знищені повністю. Розміри та координати цих озер були виміряні камерою БПЛА і внесені в цифрову карту, яка потім була завантажена в карту оприскувача. На основі отриманих результатів, агроном прийняв рішення: здійснювати обробку ЗЗР з нормою 150 л/га (синій колір) і припиняти обробку - в програму вноситься норма 0 л/га (червоний колір) - у разі проходження оприскувача над знищеними водою ділянками (рис. 2.1). Що це

дало підприємству в даному випадку? Відключення розпилювачів на обприскувачі у разі проходження над ділянкою поля, де посіви знищені водою, забезпечило зниження витрат ЗЗР на 9,5 %.

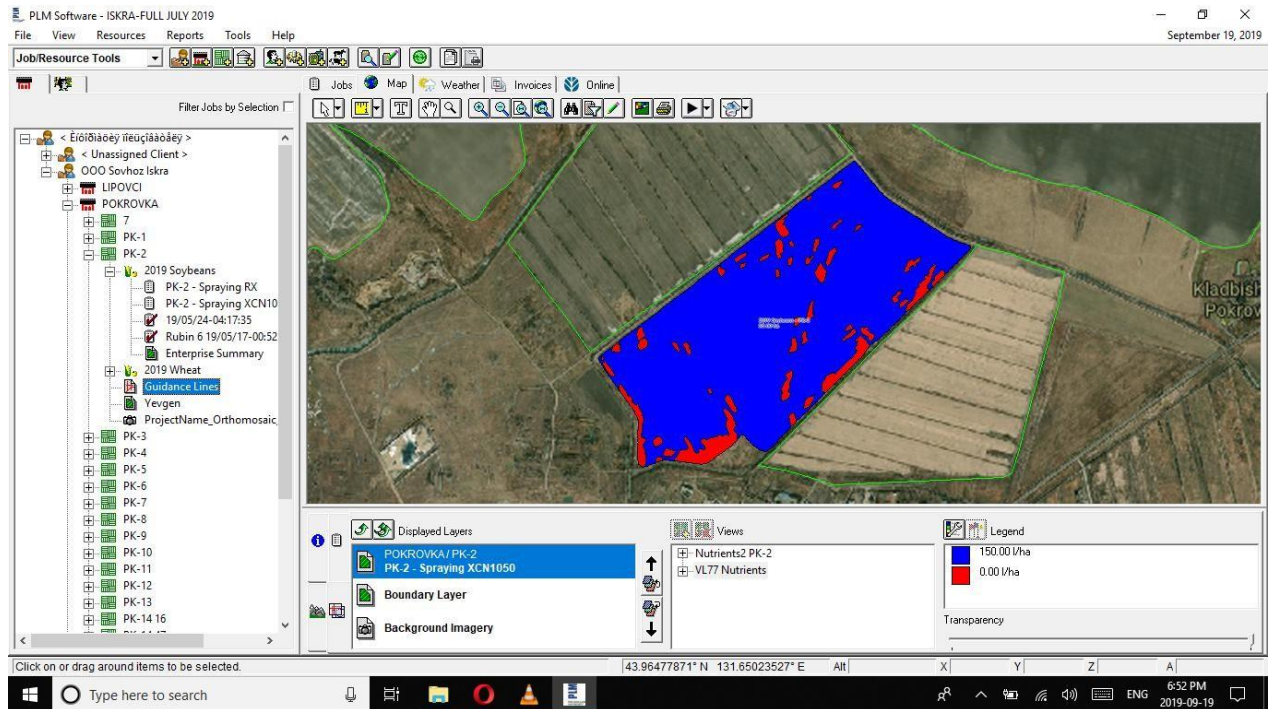


Рис. 2.1. Оперативна карта для диференційного внесення ЗЗР

Але слід мати на увазі, в економію попало не тільки зменшення об'єму робочого розчину, а і витрати на транспортування та приготування ЗЗР. Тобто, зменшилася енергоємність процесу, а отже і собівартість даної технологічної операції. Аналогічним чином, проводяться коригування на всіх стадіях виробництва: на основних і допоміжних операціях, у процесі виробничих узгоджень (наприклад, узгодження за кратністю ширини захвату агрегатів, їх продуктивністю і багато іншого).

Відео про це можна подивитися, зісканувавши цей QR-код.



Отже, впровадження технологій ЦЗ дозволяє зменшити собівартість продукції, кількість працівників, машинно-тракторних агрегатів та скоротити експлуатаційні витрати на МТА.

2.3. Основні функції цифрових платформ

Така економія досягається за рахунок особливого набору функцій, якими оснащуються цифрові платформи. Розглянемо деякі з них.

Система глобального позиціонування (GPS – Global Position Systems) дозволяє контролювати і передавати на підрулюючі пристрої команди з утримання МТА в запрограмованій траєкторії з точністю до $\pm 2,5$ см за умов платного сигналу і до 15 см – за умов отримання безкоштовного сигналу.

Зберігання даних стосовно земельного банку – графічне зображення на основі Google Map (рис.2.2) – використовують всі виробники цифрових платформ, бо це є основою для впровадження технологій ЦЗ.

Контроль, передача і накопичення даних з виробничих процесів

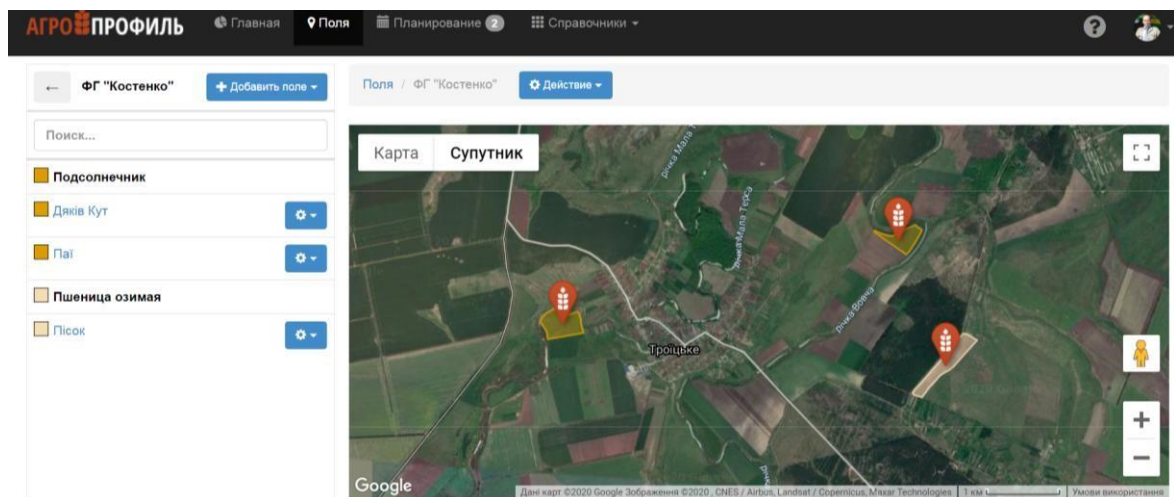


Рис.2.2. Візуалізація полів в програмі «Агропрофіль», накладених на основу Google Map.

Границі полів, що вимірюються шляхом їх об'їзду із увімкненим обладнанням (через GPS-зв'язок) фіксують координати полів та передають на сервер і результати відображуються в особистому кабінеті користувача (рис.2.2).

В особистому кабінеті відображаються також склад машинотракторного парку по марках та видах техніки: трактори та с.-г. техніка. Також є функція ведення витрат паливо-мастильних матеріалів, добрив, насіння.

Для всіх цифрових платформ характерна функція *планування робіт* – майбутні роботи вносяться в програму, де закладаються витрати, вносяться час виконання технологічних операцій.

Заплановані технологічні операції також можуть бути обраховані з точки зору грошових витрат, таким чином, є функція планування собівартості майбутніх робіт. Отже, цифрові платформи дозволяють підрахувати економічні показники, оперативно вносити та фіксувати зміни, що відбулися у виробничому процесі.

Якщо агропідприємство забезпечене сучасною технікою, то в цифрових платформах є функції програмування – створення карт-завдань – диференційованого обробітку, внесення добрив чи сівби. Серед таких, наприклад, є софт AFS (рис.2.3).

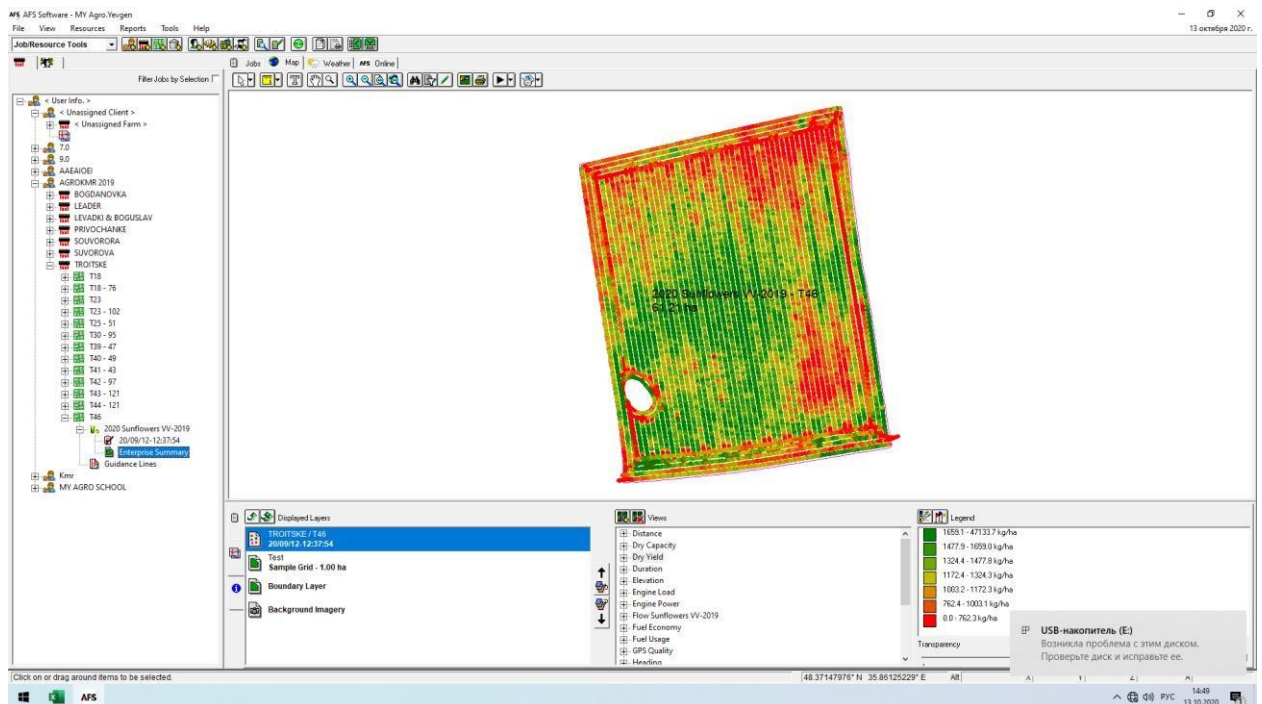


Рис.2.3. Приклад диференційованого посіву, виконаного за картою-завданням усередовищі цифрової платформи AFS.

Для таких технологій є характерним точний облік площ, виконаних робіт, затрат тощо.

Для того, щоб максимально використовувати закладені функції цифрових платформ, необхідно мати і відповідну техніку: сівалки та обприскувачі з функцією посекційного управління, зернозбиральні комбайни, що здійснюють облік зібраного урожаю та позиціонування техніки. Таким чином, фіксується кількість урожаю і місцеположення техніки на основі чого отримується карта урожайності, фактичного посіву, хімічної обробки, внесення добрив тощо.

2.4. Основні існуючі цифрові платформи різних виробників

Всі великі виробники с.-г. техніки: John Deere, CNH, CLAAS та інші, мають власні розроблені софти. Так, John Deere має власну цифрову платформу, яка називається «AMS» - Agricultural Machinery Systems; CNH розробило разом з Trimble платформу під назвою AFS – Advanced Farm Systems. CLAAS розробив і підтримує платформу Telematics. Всі ці софти, в цілому, виконують аналогічні функції і знаходяться сьогодні на одному технічному рівні. Проте, виконані на основі власних API – інтерфейсах прикладного програмування.

Таким чином, ці програми є несумісними між різними виробниками, тобто немає єдиного стандарту, по якому могла б працювати ця техніка. Тому, виникає необхідність у придбанні різного допоміжного обладнання і, як наслідок, споживачі витрачають додаткові кошти. Проблему уніфікації програм можна вирішити за рахунок використання всього двох систем: Trimble (працює з технікою Case IH) і JD Link (працює з технікою John Deere). Розглянемо продукцію цих двох виробників.

До основного обладнання системи точного землеробства від компанії John Deere, яке забезпечує виконання вищенаведених функцій відносяться бортові монітори (рис. 2.4), які фактично є високотехнологічними

багатофункціональними комп'ютерами.



Рис.2.4. Монітори моделей 1800 та 2630, виробництва John Deere.

Комунікацію між технікою, яка працює в полі і офісом забезпечують RTK-станції, радіус дії яких становить в межах 20...50 км. RTK-станції встановлюються стаціонарно і комунікують з антенами типу Star Fire 3000/6000 (рис.2.5).



Рис.2.5. Переносна антена Star Fire 6000, яка встановлюється на мобільній техніці John Deere.

Разом із програмним забезпеченням AMS технології цифрового землеробства, які пропонує John Deere об'єднуються в функціональний блок (рис.2.6) і включає в себе такі групи: функції навігації, телематичні системи та документування, моніторинг і контроль.

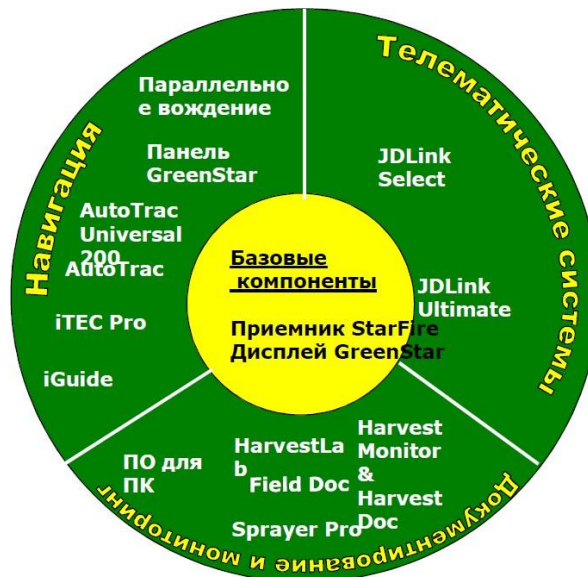


Рис. 2.6. Основні функціональні компоненти AMS (скріншот з навчальної програми John Deere).

Розшифруємо основні модулі та наведемо обладнання, за допомогою якого виконуються функції.

Навігація – забезпечує точність паралельного водіння техніки за допомогою вбудованої програми Parallel Track і автоматичне водіння – Auto Track.

Телематичні системи – забезпечують контроль місцезрештування техніки та робочих параметрів машини – виконується за допомогою програмного забезпечення JD Link. Доступна повна та мобільна версія (для смартфонів).

Документування і моніторинг – функція документування урожайності – софт Harvest/Field Doc; картографування полів – GS2, обробка та аналіз отриманих від цих софтів даних виконується за допомогою програми Apex.

Автоматизація і моніторинг – забезпечує управління знаряддями (пlugами, сівалками, культиваторами) – програми iTec Pro, iGuide; а також диференційоване внесення ЗЗР – програми Swath Control Pro.

Слід зауважити, що система паралельного водіння «AutoTrac Universal 200», яка входить в структуру AMS інтегрована в системи техніки Fendt, Krone, Claas, Case IH, Massey Ferguson, що є позитивним моментом.

Цифрова платформа *AFS* має аналогічні функції та інтерфейс. Так само, як і у випадку з забезпеченням функціонування платформи *AMS*, функціонування системи *AFS Software* забезпечуються відповідним обладнанням: дисплеями Trimble GFX-750, TMX 2050, приймачами типу NAV-900, антенами Trimble, іншим допоміжним обладнанням та програмами.

Як відбувається налаштування роботи монітора Trimble GFX-750 можна побачити, зіскакувавши QR-код, наведений нижче:



Крім того, наприклад, встановлені на підприємстві метеостанції нададуть дані, на основі яких можна зробити оперативний прогноз погоди, а відтак – і загрози чи сприятливі умови для посівів, скоригувати технологічні операції тощо. Дані вносяться в програму.

Аналогічним софтом є також цифрова платформа *Storio* (рис.2.7), яка інтегрована в обладнання Trimble і дозволяє забезпечувати таку ж функціональність, як і *AFS*.

Так, в наведеному прикладі (рис.2.7) інтерфейсу *Storio* бачимо характеристику поля T23, його площу, культуру, сорт, погодні умови та їх динаміка, машини, задіяні у виробництві на даному полі, місце поля в сівозміні, які тривожні сигнали були зафіксовані, звіти по роботі та ряд інших даних.

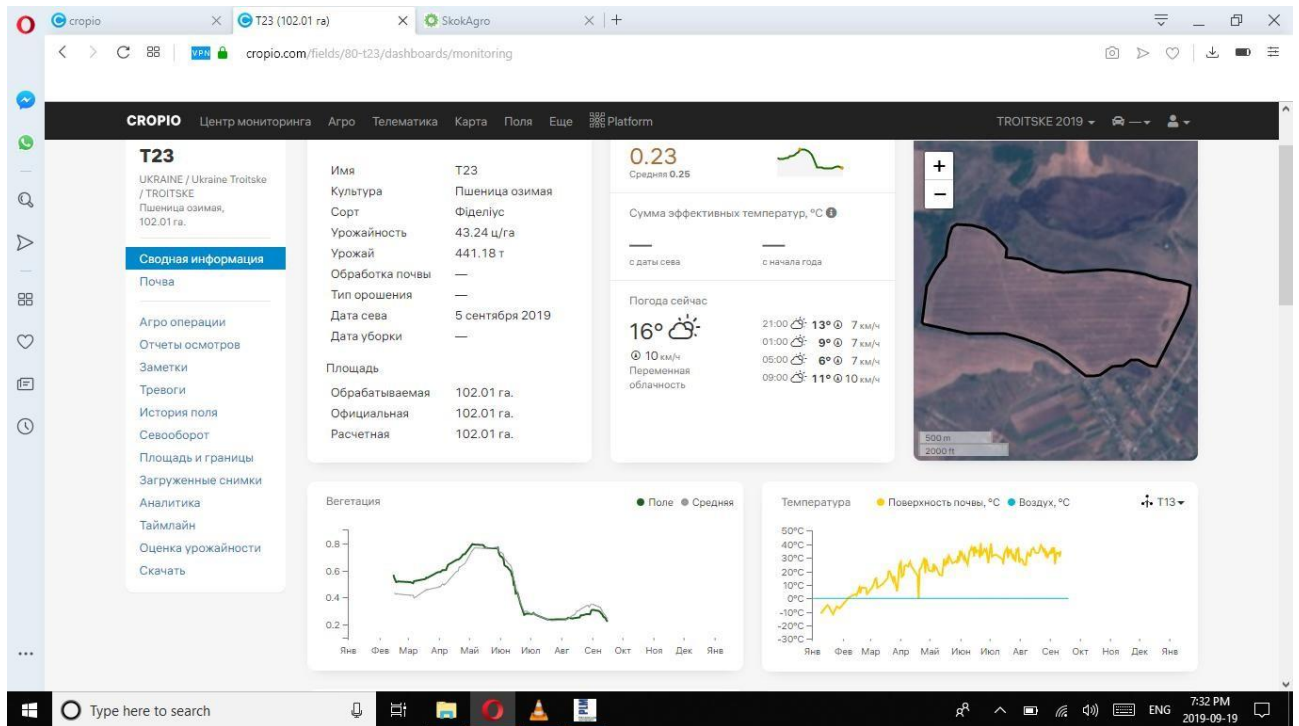


Рис.2.7. Інтерфейс софта Cropio

Як бачимо, наведені програмні продукти різних виробників увібрали в себе багато даних, які збираються, обробляються та надається можливість для проведення оперативного аналізу спеціалістами.

До недоліків всіх перелічених софтів можна віднести той факт, що ці програми в певній мірі залежні від телефонного мобільного зв'язку (GSM). А на деяких полях частково або навіть повністю відсутній мобільний зв'язок, як такий. В такому випадку механізатор не має змоги зателефонувати, не говорячи про те, щоб техніка могла працювати в режимі онлайн. Наприклад, для усунення цих недоліків компанія Trimble пропонує додатковий сервіс «xFill Premium». Проте забезпечити всю техніку агропідприємства цим сервісом – це знову ж таки, додаткові витрати. Є також обладнання, яке дозволяє транслювати стрім-потік з машини, і власник може бачити, яку роботу машина виконує, тобто він прозора бачить технологічну операцію. Але й ці підписки коштують дорого. Крім того, розблокування монітора для Task-controller (для управління ISO- обладнання) коштує 770 доларів США на один монітор!

Висновки до розділу.

На основі викладеного в Розділі 2 матеріалу можна зробити висновок, що впровадження технологій цифрового землеробства забезпечує підвищення продуктивності агрегатів, знижує собівартість робіт, забезпечує документацію виробничих процесів. Також виявлено, що продукти цифрових програм від різних виробників мають аналогічні функції. До недоліків всіх програм слід віднести низьку інтегрованість їх між різними видами техніки. Винятком є софт AMS, який має найбільше охоплення за різними марками техніки.

Таким чином, подальше проектування технологічних процесів при вирощуванні с.-г. культур із забезпеченням підвищення ефективності використання машинно-тракторних агрегатів будемо здійснювати за допомогою використання цифрової програми AMS.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

3.1. Програма досліджень

Для визначення рівня ефективності використання машинно-тракторних агрегатів при використанні телематичної системи AMS необхідно вибрати в технологічній карті на вирощування однієї культури ключові операції. Порівняємо ефективність використання МТП для двох варіантів: без впровадження системи AMS та із впровадженням. Для цього, складаємо таку програму аналітичних досліджень.

1. Розраховуємо продуктивність та затрати пального та праці людини для двох випадків: існуючих – без застосування AMS; проектного – із застосуванням AMS.

2. Порівнюємо отримані результати та робимо практичний висновок про доцільність застосування і впровадження в цілому цифрової платформи AMS.

Щоб виконати ці завдання, необхідно отримати вихідні дані стосовно властивостей машинно-тракторних агрегатів або розрахувати їх. Це такі: продуктивність агрегату, витрати пального на одиницю площі, фактичну ширину захвату та інші.

Для визначення порівняльних експлуатаційних показників машинно-тракторних агрегатів, зайнятих на виробництві, наведемо дві технологічні карти на вирощування, наприклад, пшениці озимої. Одна карта буде розроблена, як типова за традиційних умов експлуатації МТА (контроль), а інша – за умови використання програми AMS. З порівняльного аналізу, ми зможемо визначити економічну ефективність від впровадження запропонованої технології вирощування с.-г. культур з елементами точного землеробства.

В якості технологічної карти візьмемо типову технологію вирощування пшениці озимої в одному з агропідприємств Магдалинівського району Дніпро-

петровської області.

3.2. Визначення експлуатаційних показників МТА

Вихідні дані: культура – пшениця яра, сорт – «Нащадок»; площа вирощування – 452,6 га; кількість полів – 3: 1-е поле – 168,4 га; 2-е поле – 112,1 га; 3-є поле – 172,1 га; ґрунт – середньо-потужний чорнозем.

Обираємо для розрахунків такі технологічні операції:

- основний обробіток ґрунту: John Deere 6930D + АГН-4,2;
- ранньовесняне боронування: John Deere 6930D +ЗБР-24;
- культивація: John Deere 6930D + КПС-8 «Восход»;
- пряме комбайнування John Deere 660i + John Deere 625 Flex, укомплектованого жаткою, шириною захвату $B_k = 7,5$ м.

Для прикладу реалізації методики аналітичних досліджень, обираємо одне поле, площею 168,4 га. Параметри поля: довжина гону 2430 м, ширина – 693 м. Рух агрегату в даному випадку буде вздовж довшого боку поля, тобто 2430 м.

Вихідні дані до технологічної операції «Основний обробіток ґрунту»: Агрегат John Deere 6930D + АГН-4,2;

Робоча швидкість руху $V_p = 9$ км / год; Витрата пального – $g = 5,08$ л/га; Фактична величина перекриття: $B_{\text{п}} = 0,25$ м.

Обробіток ґрунту здійснюємо човниковим способом, машинно-тракторним агрегатом John Deere 6930D + АГН-4,2.

На полі переважають ґрунти 3 класу. Обробіток проводимо на глибину 8...10 см, що забезпечить знищення шкідників та бур'янів.

Визначимо теоретичну продуктивність агрегату за формулою:

$$W_{\text{год}} = 0,1 \times B_p \times V_p, \quad (3.1)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м;

V_p – робоча швидкість агрегату на культивації, м/с.

У випадку проведення культивуації без застосування технології AMS, спроектована технологічна операція «Основний обробіток ґрунту» матиме такі показники.

Конструктивна ширина захвату ґрунтообробного агрегату складає 4,2 м. Робочу ширину захвату, відповідно до [5] знайдемо за формулою:

$$B_p = B_k \times 1,01 = 4,2 \times 0,94 = 3,95 \text{ м.} \quad (3.2)$$

Незначне збільшення робочої ширини захвату від конструктивної пояснюється розширенням зони руйнування ґрунту перед фронтом стрілочастих лап культиватора. Тобто, зона деформації ґрунту буде ширша, ніж конструктивна ширина захвату культиватора.

Тоді:

$$W_{год} = 0,1 \times 3,95 \times 9 = 3,55 \text{ га/год.} \quad (3.3)$$

Для якісної роботи при проведенні обробітку ґрунту огріхи не допускаються. Тому робота повинна виконуватися з певним перекриттям. Практичні заміри показали, що для гарантованої відсутності огріхів та дотриманні технологічної швидкості 8...10 км/год при основному обробітку, ширина перекриття ставитиме 25...30 см, а іноді і більше.

Приймаємо ширину перекриття 25 см з кожним проходом. Враховуючи геометрію даного конкретного поля, кількість проходів МТА складе:

$$N = L \div B_p = 693 \div 3,95 = 176 \text{ робочих ходів.} \quad (3.4)$$

Тоді, ширина смуги, яка буде оброблятися повторно для всього поля складе:

$$B_{см} = 176 \cdot 0,25 = 44 \text{ м}$$

Визначимо площу частини поля, яка буде оброблятися двічі за рахунок перекриття:

$$S_{\Pi} = 2430 \text{ м} \cdot 44 \text{ м} = 106920 \text{ м}^2 \text{ або це дорівнює } - 10,69 \text{ га} \quad (3.5)$$

Тобто, на полі, загальною площею 168,4 га паразитна обробка буде здійснена на площі 10,69 га, що призведе до додаткової витрати пального на рівні $10,69 \times 5,08 = 54,3$ л. А додатково затрачений час складе:

$$T_{зд} = 10,69 \div 3,55 = 3,01 \text{ год.} \quad (3.6)$$

Одним із ефективних показників якості організації руху машинно-тракторного парку по полю є коефіцієнт робочих ходів, який визначаємо за такою формулою:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x} \quad (3.7)$$

де L_p – робоча довжина поля, м;

L_x - середня довжина холостого ходу, м.

Чим більше значення коефіцієнту робочих ходів, тим ефективніше використовується агрегат на полі.

$$L_p = L - 2E \quad (3.8)$$

де E – мінімальна ширина поворотної смуги, необхідна для розвороту агрегату при виїзді із загінки, м, знаходимо за такою формулою:

$$E = 2R + e \quad (3.9)$$

де R - радіус повороту, м (для агрегату, з конструктивною шириною захвату $-B_k \times 1,2 = 4,2 \times 1,2 = 5,04$ м);

e - довжина виїзду агрегату, м ($e = -L_M$ – кінематична довжина агрегату, для John Deere 6930D + АГН-4,2

$$E = 2 \cdot 5,04 + (-3,2) = 6,88 \text{ м} \quad (3.10)$$

Отже, робоча довжина гону дорівнює

$$L_p = 2430 - 2 \cdot 6,88 = 2416 \text{ м} \quad (3.11)$$

Середню довжину холостих переїздів знайдемо із залежності:

$$L_x = 6 \cdot R + 2 \cdot e = 6 \cdot 5,04 + 2(-3,2) = 23,84 \text{ м}$$

Коефіцієнт робочих ходів становитиме:

$$\varphi = \frac{2416}{2416 + 24} = 0,99$$

Таким чином, на площі 168,4 га агрегат повторно буде обробляти 10,69 га, впродовж 3,01 год. Перевитрата пального складе 54,3 л. Коефіцієнт робочих ходів складе 0,99.

Обробіток ґрунту агрегатом John Deere 6930D + АГН-4,2 в системі AMS Вихідні дані :

Агрегат John Deere 6930D + АГН-4,2, обладнаний GPS-приймачем «StarFire 6000», монітором 2630, інтегрованими в систему AMS;

Робоча швидкість руху $V_p = 9$ км / год; Витрата пального – $g = 5,08$ л/га;

Фактична величина перекриття: $B_{\Pi} = 0,025$ м. Обробіток ґрунту здійснюємо човниковим способом

Враховуючи геометрію даного конкретного поля, кількість проходів МТА складе:

$$N = L \div V_p = 693 \div 4,2 = 165 \text{ робочих ходів.}$$

Тоді, ширина смуги, яка буде оброблятися повторно для всього поля скла-

$$B_{cm} = 165 \cdot 0,025 \text{ м} = 4,12 \text{ м.}$$

Визначимо площу частини поля, яка буде оброблятися двічі за рахунок перекриття

$$S_{\Pi} = 2430 \text{ м} \cdot 4,12 \text{ м} = 10\,023 \text{ м}^2, \text{ або це дорівнює } - 1,002 \text{ га.}$$

Тобто, при застосуванні технології AMS на полі, загальною площею 168,4га подвійна обробка буде здійснена на площі 1,00 га, що призведе до додаткової витрати пального на рівні $1,00 \times 5,08 = 5,08$ л. А додатково

затрачений час складе:

$$T_{зд} = 1,00 \div 3,55 = 0,28 \text{ год.}$$

Провівши розрахунки за формулами (3.6 – 3.8) отримуємо такі результати

За умови використання технології AMS агрегат John Deere 6930D + АГН- 4,2 на площі 168,4 га агрегат повторно буде обробляти 1,0 га, впродовж 0,28 год. Перевитрата пального складе 5,08 л. Коефіцієнт робочих ходів складе 0,99.

Економічний ефект від використання AMS на одному полі складе:

- скорочення тривалості на обробку всього поля – на 2,7 год.;
- зменшення вартості обробітку на суму:

$$E_{\phi} = (54,3 \text{ л} - 5,08 \text{ л}) \times 23,5 \text{ грн} = 1156 \text{ грн.}$$

Висновок по технологічній операції. Таким чином, економічна ефективність від застосування технології AMS при обробітку ґрунту на площі 168,45 гатільки за критерієм вартості зекономленого пального складе 1156 грн.

Ранньовесняне боронування: John Deere 6930D +ЗБР-24

Боронування здійснюємо човниковим способом. Агротехнічні умови ті ж. Обробіток проводимо на глибину 3...4 см, що забезпечить вирівнювання поверхні поля, подрібнення грудок та знищення бур'янів у фазі білої нитки.

У випадку проведення культивуації без технології AMS, спроектована технологічна операція «Ранньовесняне боронування» матиме такі показники.

Конструктивна ширина захвату агрегату $B_k = 24 \text{ м}$.

Робоча швидкість агрегату на боронуванні складає 10 км/год, або 2,7 м/с.

Тоді, теоретична годинна продуктивність:

$$W_{год} = 0,1 \times 24 \times 2,7 = 6,48 \text{ га / год.}$$

Враховуючи те, що для якісної роботи при проведенні ранньовесняного боронування огріхи не допускаються, робота повинна виконуватися з певним перекриттям. Практичні заміри, що проводилися в приватному підприємстві

«Мир» Магдалинівського району показали, що для гарантованої відсутності огріхів та дотриманні технологічної швидкості від 10 км/год при ранньовесняному боронуванні, ширина перекриття ставитиме 45...50 см, а іноді і більше.

Приймаємо ширину перекриття ≈ 50 см з кожним проходом. Враховуючи геометрію даного конкретного поля, кількість проходів МТА складе:

$$N = L \div V_p = 693 \div 23.5 = 29.4 \text{ робочих ходів.}$$

Приймаємо 30 робочих ходів.

Тоді, ширина смуги, яка буде оброблятися повторно для всього поля складе

$$30 \cdot 0,5 \text{ м} = 15 \text{ м.}$$

Визначимо площу частини поля, яка буде оброблятися двічі за рахунок перекриття

$$S_{\text{п}} = 2430 \text{ м} \cdot 15 \text{ м} = 35\,235 \text{ м}^2, \text{ або це дорівнює } - 3,52 \text{ га.}$$

Тобто, на полі, загальною площею 168,4 га подвійна обробка буде здійснена на площі 3,52 га, що призведе до додаткової витрати пального:

$$3,52 \times 1,6 = 5,63 \text{ л.}$$

А додатково затрачений час на обробку повторних площ складе:

$$T_{\text{зд}} = S_{\text{п}} \div W_{\text{год}} = 3,52 \div 6,48 = 0,54 \text{ год.}$$

Отже, на даному полі агрегат понад норму витратить 5,63 л пального і затратить 0,54 год часу. Вартість пального складе $5,63 \times 23,5 = 132,3$ грн.

Розраховуємо робочу довжину гону L_p , яка при човниковому русі агрега-

ту складе:

$$L = L_e p^2,$$

де L_e – мінімальна ширина поворотної смуги, необхідна для розвороту агрегату

при виїзді із заїмки, м, знаходимо за такою формулою:

$$L_e = 2R + e,$$

де R - радіус повороту, м (для агрегату, з конструктивною шириною

захвату – $V_k \times 1.2 = 24 \times 1.2 = 28,8$ м);

e - довжина виїзду агрегату, м ($e = -L_m$ – кінематична довжина агрегату, для John Deere 6930D +ЗБР-24 вона дорівнює Тоді коефіцієнт робочих ходів на ранньовесняному боронуванні агрегатом становитиме:

$$.93,0161 \ 2,23272,2327$$

Таким чином, на площі 115 га агрегат двічі буде обробляти площу 3,47 га, впродовж 0,34 год. Перевитрата пального складе 5,9 л. Коефіцієнт робочих ходів складе 0,84. $L_m = 6,2$ м).

$$E = 2 \cdot 28,8 \cdot (6,2) = 51,4 \text{ м.}$$

Отже, робоча довжина гону дорівнює:

$$L = 2430 \cdot 2 \cdot 51,4 = 2327,2 \text{ м. р}$$

Середню довжину холостих переїздів знайдемо із залежності:

$$L = 6 \cdot R \cdot 2 \cdot e = 6 \cdot 28,8 \cdot 2 \cdot (6,2) = 160,4 \text{ м. х Приймаємо } 161 \text{ м.}$$

$$\varphi = \frac{2327,2}{2327,2 + 161} = 0,93$$

Таким чином, на площі 115 га агрегат двічі буде обробляти площу 3,47 га, впродовж 0,34 год. Перевитрата пального складе 5,9 л. Коефіцієнт робочих ходів складе 0,84.

$$N = L \div V_p = 693 \div 24 = 29 \text{ робочих ходів.}$$

Тоді, ширина смуги, яка буде оброблятися повторно для всього поля скла *Ранньовесняне боронування поля з використанням технології AMS*

Вихідні дані:

Агрегат John Deere 6930D +ЗБР-24, обладнаний GPS-приймачем «*Star Fire6000*», монітором 2630, інтегрованими в систему *AMS* .

Робоча швидкість руху $V_p = 10$ км/год; Витрата пального – $g = 1,6$ л/га;

Максимальна фактична величина перекриття при використанні вказаної навігаційної системи не залежить від ширини захвату агрегату і є сталою величиною. Тому в цьому випадку $V_{\Pi} = 0,025$ м.

Враховуючи геометрію даного конкретного поля, кількість проходів

МТА складе:

$$29 \cdot 0,25 \text{ м} = 0,725 \text{ м}$$

Визначимо площу частини поля, яка буде оброблятися двічі за рахунок перекриття:

$$S_{\text{п}} = 2430 \text{ м} \cdot 0,725 \text{ м} = 1\,761 \text{ м}^2, \text{ або це дорівнює } - 0,17 \text{ га.}$$

Тобто, на полі, загальною площею 168,4 га подвійна обробка буде здійснена на площі 0,17 га, що призведе до додаткової витрати пального на рівні $0,17 \times 1,6 = 0,27$ л. А додатково затрачений час складе:

$$T_{\text{зд}} = 0,17 \div 6,48 = 0,02 \text{ год.}$$

А розрахований коефіцієнт робочих ходів в даних умовах становитиме:

$$\varphi = 0,95$$

Тобто, на полі, загальною площею 168,4 га подвійна обробка буде здійснена на площі 0,17 га, що призведе до додаткової витрати пального на рівні 0,3 л. Коефіцієнт робочих ходів складе 0,95.

Економічний ефект від використання вказаного монітору на одному полі складе:

- скорочення часу на обробку всього поля складе $0,54 - 0,02 = 0,52$ год.;
- зменшення вартості обробітку на суму:

$$E_{\text{ф}} = (5,63 \text{ л} - 0,3 \text{ л}) \times 23,5 \text{ грн} = 125,3 \text{ грн.}$$

Висновок по технологічній операції. Таким чином, економічна ефективність від застосування технології AMS при виконанні ранньовесняного боронування на площі 168.4 га тільки за критерієм вартості зекономленого пального складе 125,3 грн.

- пряме комбайнування John Deere 660i + John Deere 625 Flex, укомплектованого жаткою, шириною захвату $B_{\text{к}} = 7,5$ м.

Вихідні дані до технологічної операції «Пряме комбайнування»:

Агрегат John Deere 660i + John Deere 625 Flex, шириною захвату

$$B_k = 7,5 \text{ м};$$

Робоча швидкість руху $V_p = 7 \text{ км / год}$; Витрата пального – $g = 14,3 \text{ л/га}$;

Робоча ширина захвату: $B_p = 0,96 \cdot B_k = 0,96 \cdot 7,5 = 7,2 \text{ м}$; Фактична величина перекриття: $B_{\Pi} = 0,3 \text{ м}$.

Пряме комбайнування здійснюється способом з чергуванням загінок. Визначимо теоретичну продуктивність комбайна за формулою (3.1):

$$W_{\text{год}} = 0,1 \times 7,2 \times 1,94 = 1,39 \text{ га / год.}$$

Збирання буде проводитися упоперек сівби. Таким чином, будемо рухати-ся по полю з геометрією $2430 \times 693 \text{ м}$ уздовж короткого гону.

Тоді, кількість проходів комбайна на полі, які будуть додаватися вздовж довгої сторони поля, складе:

$$2430 / 7,2 = 337,5, \text{ приймаємо } 338.$$

Ширина скошеної смуги, над якою буде повторно проходити жатка без за-вантаження хлібною масою (за рахунок паразитного перекриття) дорівнює:

$$B_{\text{см}} = 338 \cdot (7,5 - 7,2) = 101,4 \text{ м.}$$

Визначимо паразитну площу частини поля:

$$S_{\Pi} = 337,5 \text{ м} \cdot 101,4 \text{ м} = 34\,222,5 \text{ м}^2, \text{ або це дорівнює } - \mathbf{3,42 \text{ га.}}$$

Отже, ми визначили, що на полі, площею $168,4 \text{ га}$ холості ходи при зби-ранні комбайном будуть здійснені на площі $3,42 \text{ га}$.

Розраховуємо кількість нераціонально витраченого пального:

$$G_{\text{параз}} = 3,42 \times 14,3 \approx 49 \text{ л.}$$

Вартість перевитраченого пального складе $49 \times 23,5 = 1152 \text{ грн}$. Втрати часу дорівнюють:

$$T_{\text{зд}} = S_{\Pi} \div W_{\text{год}} = 3,42 \div 1,39 = 2,46 \text{ год.}$$

Висновки по технологічній операції «Пряме комбайнування». *Таким чином, на площі $168,4 \text{ га}$ площа нераціональних (паразитних) ходів над вже скошеною частиною поля складе $3,42 \text{ га}$, нераціональні затрати часу*

складуть 2,46 год. Перевитрата пального складе 49 л. Коефіцієнт робочих ходів складе 0,904.

Проведемо розрахунки експлуатаційних витрат технологічної операції «Пряме комбайнування» яка виконується із застосуванням технології AMS, реалізованої на комбайні John Deere 660i.

Вихідні дані:

Робоча швидкість руху $V_p = 7$ км / год;

Витрата пального – $g = 14,3$ л/га;

Робоча ширина захвату: $B_p = 7,5$ м;

Фактична величина перекриття робочих проходів жатки: $B_{\pi} = 0,025$ м.

Приймаємо, що комбайн буде рухатись так само, як і у попередньому випадку. Тоді кількість проходів комбайна складе:

$$N = L \div B_p = 2430 \div 7,5 = 324 \text{ робочих ходів.}$$

Умовна ширина смуги, яка буде оброблятися повторно для всього поля складе:

$$S_{\pi} = 324 \cdot 0,025 \text{ м} = 8,1 \text{ м.}$$

Визначимо площу частини поля, яка буде оброблятися двічі за рахунок перекриття:

$$S_{\pi} = 693 \text{ м} \cdot 8,1 \text{ м} = 5\,613,3 \text{ м}^2, \text{ або це дорівнює } - 0,56 \text{ га.}$$

Тобто, на полі, загальною площею 168,4 га холості проходи робочої ширини жатки будуть здійснені на площі 0,56 га, що призведе до додаткової витрати пального на рівні $0,56 \times 14,3 = 8$ л.

А додатково затрачений час складе:

$$T_{зд} = 0,56 \div 1,39 = 0,40 \text{ год.}$$

Ширина поворотної смуги:

$$E = 3,91 + (-3,4) = 23,9 \text{ м}$$

У випадку використання технології AMS розворот можна буде виконувати за допомогою функції автоматичного розвороту, зменшивши, таким чином ширину поворотної смуги. Приймаємо ширину поворотної смуги – 22,5 м.

Тоді, робоча довжина гону дорівнює:

$$L_p = 693 - 2 \cdot 30 = 633 \text{ м}$$

Середню довжину холостих переїздів знайдемо із залежності:

$$L_x = 0,5C + 2,5R + 2e$$

Оптимальну ширину заїнки C знайдемо за формулою:

$$C_{opt} = \sqrt{16R^2 + 2B_p L_p} = \sqrt{16 \cdot 9,1^2 + 2 \cdot 7,2 \cdot 633} = 102 \text{ м}$$

Коефіцієнт робочих ходів становитиме:

$$\varphi = \frac{633}{633 + 66,95} = 0,904$$

Економічний ефект від використання технології AMS при збиранні на даному полі складе:

- скорочення тривалості на обробку всього поля – $2,46 - 0,4 = 2,06$ год.;
- зменшення вартості пального для прямого комбайнування на суму:

$$E_{\varphi} = (49\text{л} - 8,0) \times 23,5 \text{ грн} = 963,5 \text{ грн.}$$

Отже, розрахунки показали, що ефективність від застосування технології AMS при виконанні прямого комбайнування на площі 168,4 га тільки за критерієм вартості зекономленого пального складе 963,5 грн., а збирання відбудеться швидше на 2 год.

Аналогічно розраховуємо техніко-економічні показники при виконанні механізованої операції «Культивация» агрегатом John Deere 6930D + КПС-8 «Восход», що виконується без та із застосуванням технології «AMS».

Результати розрахунків показали, що застосування технології «AMS» при вирощуванні пшениці озимої на чотирьох технологічних операціях забезпечить наступні техніко-економічні показники (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Показники ефективності від застосування технології «AMS»

| Показник / операція | Основний обробіток ґрунту John Deere 6930D + АГН-4,2; | | Культивація John Deere 6930D + КПС-8 «Восход» | | Боронування John Deere 6930D +ЗБР-24 | | Пряме комбайнування John Deere 660i+ John Deere 625 Flex | |
|-----------------------|--|-------|--|------|---|------|--|------|
| | Базовий | AMS | Базовий | AMS | Базовий | AMS | Базовий | AMS |
| Робочі ходи | 176 | 165 | 93 | 87 | 30 | 29 | 338 | 324 |
| Паразитна площа, га | 10,69 | 1,002 | 5,4 | 0,36 | 3,52 | 0,17 | 3,42 | 0,56 |
| Втрати часу, год. | 3,01 | 0,28 | 1,9 | 0,15 | 0,54 | 0,02 | 2,46 | 0,4 |
| Пальне, л | 54,3 | 5,08 | 46,5 | 0,79 | 5,63 | 0,27 | 49,0 | 8,0 |
| Економія, грн. | 1156 | | 1074,7 | | 1152 | | 963,5 | |

Висновки по розділу. Результати розрахунків показали, що застосування технології “AMS” підвищує ефективність використання агрегатів. Так, розраховано, що зменшується кількість робочих ходів і паразитна, тобто, двічі оброблювана площа. Таким чином, скорочується термін виконання механізованої операції, темп робіт зростає. Наприклад, на розрахованих нами чотирьох технологічних операціях досягнута економічна ефективність 4319,2 грн.

Проведемо аналогічно розрахунки і для інших технологічних операцій та запишемо результати в проекту технологічну карту.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Суть охорони праці

Виробничі системи у галузі сільськогосподарського виробництва є унікальними і оснований, 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 шкідливих факторів при вирощуванні пшениці ярої

Із появою високопродуктивної техніки, задіяної на вирощування ранніх зернових, яка оснащена автоматичними системами управління, засобами дистанційного діагностування, з'являються нові небезпечні для здоров'я і

життя працівників, фактори. Найбільш розповсюджені такі:

- застосування мінеральних добрив та засобів захисту рослин (ЗЗР);
- небезпека знаходження в робочій зоні широкозахватної техніки (рис.4.1) через причини великих габаритів (від 14 до 36 м) та робочих швидкостей (від 7 до 32 км/год).



Рис.4.1. Небезпечні зони і фактори при збиранні пшениці ярої: 1 – перед робочими органами працюючої техніки; 2 – в зоні між двома енергетичними засобами; 3 – позаду машини; 4 – фактор підвищеної запиленості.

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 (рис.4.2, а). Більше того, організатори демонстраційних Днів поля, які несуть повну і персональну відповідальність за життя і здоров'я учасників і гостей, не завжди приділяють належну увагу охороні праці (рис.4.2, б). Як видно з останнього фото, люди перебувають у

безпосередній близькості від комбайна, що відкидає шнек перед розвантажуванням.



а)



б)

Рис.4.2. Порушення правил безпеки праці під час налаштування зернозбирального комбайна (а) і під час проведення демонстраційного Дня поля (б).

Слід також мати на увазі, що 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 відповіднимодягом, забезпечувати питною водою.

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 робіт, пов'язаних із хімічним захистом посівів, необхідно, у першу чергу, проводити ці операції за сприятливих погодних умов: за температури повітря до 20...22 °С, швидкості вітру не більше 9 м/с. При проведенні обприскування у нічний час доби повинно бути забезпечене якісне освітлення як агрегату, що здійснює обробку, так і місця заправки. Як правило, це забезпечується освітленням, наявним в самих агрегатах, однак, необхідно прослідкувати й перевірити його справність та відповідність технічній документації (наприклад, перевірити, чи лампи освітлення відповідають вимогам).

Заправлення агрегатів відбувається так, щоб працівники знаходилися з підвітряного боку (щоб водяні пари розчину та пил не потрапляли на працівника). При виконанні сівби заправки сівалки проводити механізованим способом (спеціальними завантажувачами) на краю поля. Механізатори повинні знаходитись із підвітряного боку, щоб уникати негативної дії пилу з протруєного насіння.

При проведенні збиральних робіт на полі скупчується різноманітна техніка: комбайни, трактори з бункерами-перевантажувачами та причепами, автомобілі, допоміжна техніка. Тому в цьому випадку доцільно організувати тимчасові майданчики перебування допоміжних агрегатів, автомобілі повинні рухатись виключно по краю поля із швидкістю до 20 км/год. На всіх одиницях техніки повинні бути вказані небезпечні місця механізмів відповідними знаками. Наприклад, за подрібнювачем комбайна 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.

4.4. Правила безпечного виконання робіт при роботі з обладнанням, інтегрованим в систему AMS

З метою збереження життя і здоров'я працівників під час вирощування с.-г. культур із застосуванням сучасних телематичних систем і елементів точного землеробства 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 Green Star, монітор 2630 або інші, підрулюючі пристрої – необхідно проводити навчання 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 телематичній локальній системі JD Link, інтегрованій в загальну систему AMS є жовтий та червоний рівень небезпеки, який попереджає про виникнення несправностей, небезпек – механізатор, інженер по- винні реагувати на них.

Пам'ятати, що про поточний технічний стан машини, яка працює в технології AMS 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 AMS, зменшити кількість нещасних випадків або запобігти їх взагалі.

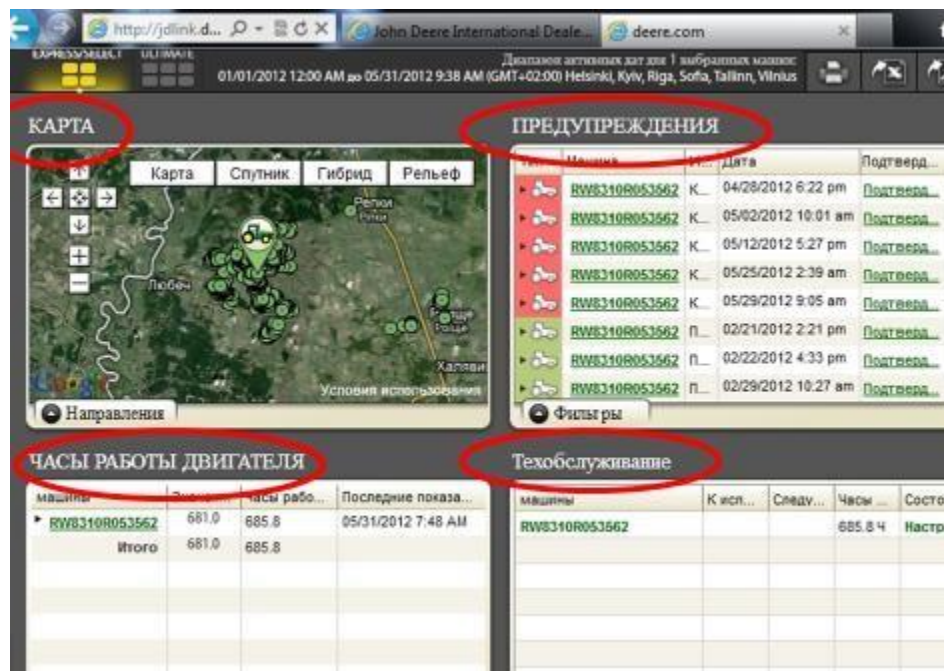


Рис. 4.3. Візуалізація системи попереджень про відмови, яка дає система JD Link (скріншот).

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 пшениці ярої, 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”.

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 зернозбиральних 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 брудометодом 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 пшениці ярої із застосуванням техніки, оснащеної телематичними системами 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 комбайнах, що працюють із застосуванням технології AMS, що повинно унеможливити або знизити до мінімуму виникнення небезпечних ситуацій.

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ

5.1. Резюме

Підвищення ефективності використання техніки при застосуванні технології AMS полягає у більш повному використанні закладених у конструкцію агрегатів характеристик: збільшення робочої ширини захвату, зменшенні кількості холостих переїзтів. Ефективність також підвищує моніторинг технічного стану техніки відразу декількома особами: самим механізатором, інженером господарства та спеціалістом фірми-дилера поставника техніки.

Технологія AMS дозволяє також проводити технологічні операції вночі або в умовах дуже обмеженої видимості (густих туман) без підвищеної напруженості механізатора. Тому це також є перевагою, що сприяє зростанню ефективності використання наявних ресурсів.

Тому, в роботі розраховуємо економічну ефективність на прикладі вирощування пшениці ярої з використанням техніки, що інтегрована в технологію AMS і без такої. Таким чином, економічна різниця дасть нам уявлення про ефективність використання техніки.

5.2. Суть економічного ефекту

Суть економічного ефекту роботи полягає в тому, що при впровадженні технології AMS зростає ефективність використання машинно-тракторних агрегатів. Він полягатиме в тому, що застосування цієї технології забезпечить підвищення темпу робіт, зниженні витрат часу та пального на обробку одиниці площі.

В технологічних картах, наведених в додатках 1, 2 заплановано виконання технологічних операцій «1», «3», «5», «6», «12», «13», за допомогою технології AMS, що застосовуватиметься при експлуатації

трактора John Deere 6930D.

5.3. Економічне обґрунтування розробленої технології

При обґрунтуванні розробленої технології вирощування пшениці ярої основним чинником доцільності її впровадження є економічна ефективність. Враховуючи це, підраховуємо пряму економічну ефективність розробленої технології і порівнюємо її показники із показниками, розрахованими з технологічної карти, в якій не передбачається використання технології AMS, однак техніка буде однаковою.

Користуючись технологічною картою, визначаємо кількість палива, необхідного для вирощування пшениці ярої на заданій площі і підраховуємо грошові витрати на витрачене паливо:

де: $C_{пал}$ – ціна 1 кг дизельного палива. Відомо, що на сьогоднішній день ціна 1 л, тобто 0,83 кг дизельного пального складає 23,50 грн.;

$Q_{пал}$ – витрати палива на весь комплекс виконання робіт, л.

Тоді, вартість палива, витраченого на вирощування пшениці ярої за базовою технологією:

$$Z_{пал баз} = 23,57945,8 = \mathbf{186\ 726,32\ грн.}$$

Аналогічно знаходимо вартість пального, необхідного при реалізації проектованої технології:

$$Z_{пал проект} = 23,5 \cdot 7816,7 = \mathbf{183\ 691,7\ грн.}$$

Затрати на оплату праці людей знайдемо за формулою:

$$Z_{пл} = C_{пл} \cdot Q_{пл}, \quad (5.2)$$

де $C_{пл}$ – оплата однієї люд-год.

Приймаємо для механізаторів 5 розряду тарифна ставка з урахуванням інфляції (приймаємо коефіцієнт 20) дорівнює $12,58 \cdot 20 = 251,6$ грн./зміну [12].

Отже за одну люд.-год тарифна ставка складає $251,6 : 7 = 35,94$ грн.

Надбавка за класність механізатора дорівнює 20 %.

Тоді $35,94 \cdot 1,2 = 43,13$ грн.

Відрахування в соцстрах, пенсійний фонд, військовий збір становлять

21,5 %. Отже: $43,13 \cdot 0,215 = 9,27$ грн.

Звідси $C_{пл} = 43,13 + 9,27 = 52,4$ грн.

$Q_{пл}$ – затрати праці, люд-год.

Виходячи з технологічної карти (див. додатки), затрати праці $Q_{пл}$ становлять 1160 люд-год. за технології без застосування AMS і 1153 люд-год. у випадку застосування даної технології.

Отже, затрати на оплату праці за базовою технологією дорівнюють:

$Z_{пл\ баз} = 52,4 \cdot 1160 = \mathbf{60\ 784}$ грн.; Затрати на оплату праці за проектною технологією:

$$Z_{пл\ проєкт} = 52,4 \cdot 1153 = \mathbf{60\ 417} \text{ грн.};$$

Отже, економічна ефективність тільки від прямих експлуатаційних витрат на вказаних операціях при вирощуванні пшениці ярої на площі 168,4 га складе:

$$\begin{aligned} E_e &= (Z_{пл\ баз} + Z_{пл\ баз}) - (Z_{пл\ проєкт} + Z_{пл\ проєкт}) = & (5.3) \\ &= (\mathbf{186\ 726,32} + \mathbf{60\ 784}) - (\mathbf{183\ 691,7} + \mathbf{60\ 417}) = \mathbf{3401,62} \text{ грн.} \end{aligned}$$

Тобто, це буде лише пряма економія експлуатаційних витрат на одному полі, площею 168,4 га. Для того, щоб врахувати економічний ефект від підвищення агрономічних результатів – підвищення урожайності та її якості – необхідно проводити більш широкі та тривалі у часі польові дослідження за участі науковців-агрономів.

Тому, приймаємо, що при вирощування пшениці ярої на площі 452,6 га, як вказано в Розділі 3, економічна ефективність зросте в 2,68 разів і складе 9142 грн.

При упровадженні технології AMS на більших площах, наприклад – 1000, 3000 і 5000 га, орієнтовний економічний ефект за прямим експлуатаційними витратами складе, відповідно, 20203 грн.; 60611 грн.;

101015 грн.

Вартість дисплеїв 2630 та 4240, які використовуються в технології AMS є однаковою і складає 5 000 євро або 165 000 грн. Також, враховуємо у витрати вартість підписки на підтримку програм (AutoTrack та інші) в розмірі 2 500 євро або 82 500 грн.

Приймаємо ці витрати у формулу (5.4) і визначаємо рівень рентабельності технології.

Термін окупності капітальних вкладень складе:

$$T_{3000} = 247500 : 101015 = 2,45 \text{ років.}$$

Результати розрахунків заносимо в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Зведені показники економічної ефективності

| Показник | Площа, га | | | |
|---|-----------|--------|--------|---------|
| | 168,4 | 1000 | 3000 | 5000 |
| Планова урожайність, т/га | 6,5 | | | |
| Витрати пального, л | 7816,7 | 46353 | 139059 | 231765 |
| Трудомісткість технології, люд.-год. | 1153 | 6837 | 20512 | 34186 |
| Затрати на придбання монітора та підписки | 247 500 | | | |
| Прибуток при застосуванні технології AMS, грн. | 3 401 | 20 203 | 60 611 | 101 015 |
| Рівень рентабельності, % | < 5 | 8,16 | 24,49 | 40,8 |
| Термін окупності прямих експлуатаційних затрат, років | > 15 | 12,2 | 4,08 | 2,45 |

Висновок по розділу. Отже, на основі проведених розрахунків та наведених в табл. 5.1 даних можна зробити висновок, що застосування технологій цифрового землеробства AMS сприяє підвищенню ефективності використання техніки. Рівень рентабельності зростає із збільшенням площі

землекористування. На основі цього можна стверджувати, що доцільно застосовувати технологію AMS на площах від 1000 га.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Показано, що застосування технологій цифрового землеробства забезпечує підвищення ефективності використання машинних агрегатів. Найбільш розповсюдженими є технології провідних виробників: AMS – John Deere; AFS –Case IH, Telematics – Claas; Trimble – окремий універсальний бренд.

2. Встановлено, що продукти цифрових програм від різних виробників мають аналогічні функції. До недоліків всіх програм слід віднести низьку інтегрованість їх між різними видами техніки. Винятком є софт AMS, який має найбільше охоплення за різними марками техніки.

3. Результати розрахунків показали, що застосування технології “AMS” підвищує ефективність використання агрегатів. Так, розраховано, що зменшується кількість робочих ходів і паразитна, тобто, двічі оброблювана площа. Таким чином, скорочується термін виконання механізованої операції, темп робіт зростає.

4. Проведений аналіз шкідливих факторів при вирощуванні пшениці ярої із застосуванням техніки, оснащеної телематичними системами 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 комбайнах, що працюють із застосуванням технології AMS, що повинно унеможливити або знизити до мінімуму виникнення небезпечних ситуацій.

5. Застосування технологій цифрового землеробства AMS сприяє підвищенню ефективності використання техніки. Рівень рентабельності зростає із збільшенням площі землекористування. На основі цього можна стверджувати, що доцільно застосовувати технологію AMS на площах від 1000 га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 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.
2. 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_r_ik_vpala_mayzhe_vtrichi. Дата останнього звернення: 07.11.2020 р.
3. Машина для технології Strip-till. Агробізнес сьогодні. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/9965-mashyny-dlia-tekhnologii-striptill.html>. Дата останнього звернення: 07.11.2020 р.
4. Пивовар П.В. Методологічні основи аналізу економічної ефективності використання машинно-тракторного парку / П.В. Пивовар // Вісн. ЖНАЕУ (економічні науки) – 2010. № 2 (27). – с. 42-51.
5. Аналіз використання машинно-тракторного парку. Економіка підприємств. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://osvita.ua/vnz/reports/econom_pidpr/22302/. Дата останнього звернення: 08.11.2020 р.
6. 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>
7. John Deere. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.deere.ua/uk/index.html>. Дата останнього звернення: 01.12.2019 р.
8. Ільченко В.Ю., Кобець А.С., Мельник В.П., Карасьов П.І., Кухаренко П.М., Ільченко А.В. Практикум з використання машин у рослинництві / Дніп-ропетровський держагроуніверситет. – Дніпропетровськ,

2022. – 212с.

9. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В.Ю. Ільченко, А.С. Лімонт та ін.; за ред. В.Ю. Ільченка. – К.: Урожай, 2020. – 288с.

10. 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.

11. 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, 2017. – 274с.

12. 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, 2016. – 655с.

13. 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, 2014. – 480с.

14. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. За ред. С.Д. Лехмана. К.: Урожай, 2020, с. – 396.

15. Garvin D. A Building of learning organization [Text] / D. Garvin// Harvard Business Review.–1993.–July-August.–P.78–91.

16. Edquist, Ch.Reflections on the systems of innovation approach [Text] / Ch.Edquist // Science and publicpolicy.–2004.–Vol.31.–№6.–P.485–489.

17. Bilombo, R. Presentation of the analysis coinertia multiple and application to the simultaneous analysis of economic performance indicators in manner of the dynamic evolution of industrialized countries [Text] / R. Bilombo, V.Doliatovski// Far East Journal of Applied mathematics. – 2007. – Vol. 28. –Is.3. – P. 359–378.

18. Bilombo, R. On models and methods of a dynamic optimal management [Text] / R. Bilombo, V. Doliatovski// FarEast JournalofAppliedMathematics.–2008.–Vol.31.–Is.2.–P.217–230.
19. Cameronand Yovits (Eds.). Self-OrganizingSystems (1960PergamonPress). – P.143–148.
20. H.von Foerster and Zopf (Eds.). Principles of Self-Organization (1962Pergamon). –P.232–238.
21. John Formby. An Introduction to the Mathematical Formulation of Self-organizing Systems (1965).–P.28–42.
22. Williams S.R., Evans D.J. and Mittag E. Negative entropy production in oscillatory processes, arXiv: condmat/0612014v1,2006.–P.148–154.
23. Demetriusa L. and Manke T. Robustness and network evolution — an entropic principle // Physica.–2005.–Vol.A346.–P.682–696.
24. Mann N.R., Shafer R.E and Singpurwalla N.D. Methods for Statistical Analysis of Reliability and Lifetime Data.–N.Y.: JohnWiley&Sons,Inc.,1974.
25. Lawless J.F. Statistical Models and Methods for Lifetime Data. – N.Y.: John Willey & Sons, Inc.,1982.–583p.
26. Lai C.D., Mine Xie, Murthy D.N.P. A modified Weidull distribution // IEEE Transactions on reliability.–2003.–№1.–P.33–37.
27. Chistyakov A.D., Eletsky N.D. Fuzzy set theory tools in models of uncertainties in economics // Advancesin Intelligent Systems and Computing.–2020.–T.1095.–P.604–612.
28. Soft models of management in terms of digital transformation / I.G. Akperov, G.I. Akperov, T.V. Alekseichik, S.A. Anesyants, Yu.S. Anesyants, N.A. Aruchidi, N.A. Ayubov, G.A. Batishcheva, S.A. Batygova,
29. T.V. Bogachev, A.V. Bratishchev, A.D. Chistyakov, E.A. Chumachenko, A.F. Chuvenkov, Yu.V. Dashko,
30. D.V. Degtyarev, M.Yu. Denisov, S.Yu. Dobrosotskaya, O.V. Domakur, D.I. Dynnik et al. – Rostov-on-Don, 2019.
31. Liggett T.M., Spitzer F. Ergodic theorems for connected random walks

and other systems with locally interacting components. *Z. Wahrscheinlichkeits theorie verw Gebiete* 56. – S. 443–468 (1981). <https://doi.org/10.1007/BF00531427>.

32. Виробництво промислової продукції за видами в Україні за січень–грудень 2018 р.: стат. бюл. Київ: Держкомстат України, 2018. 227 с.

33. Виробництво промислової продукції за видами в Україні за січень–грудень 2019 р.: стат. бюл. Київ: Держкомстат України, 2019. 226 с.

34. Виробництво промислової продукції за видами в Україні за січень–грудень 2020 р.: стат. бюл. Київ: Держкомстат України, 2020. 225 с.

35. А. Надточий, Людмила Титова. Построение АТ системы диагностики зерноуборочных комбайнов на основе базы знаний Motrol: Motorization and energetics in agriculture. – 2016. – Том 18, №3. – P. 249–259.

36. Ivan Rogovskiy, Liudmyla Titova. Dependence of indexes of efficiency of process of technical exploitation of machines for forestry work from chosen variant of organization of recovery system. *MOTROL. An International Journal on Operation of Farm and Agri-Food Industry Machinery*. 2017. Lublin–Rzeszów. Vol. 19. No 3. P. 153—162.

37. Ivan Rogovskiy, Liudmyla Titova. System of control of parameters technical condition of machines for forestry work. *ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering*. 2017. Lublin–Rzeszów. Vol. 17. No 3. P. 73—82.

38. Wacław Romaniuk, Andrzej Marczuk, Ivan Rogovskiy, Liudmyla Titova, Kinga Borek Impact of sediment formed in biogas production on productivity of crops and ecologic character of production of onion for chives. *Agricultural Engineering (wir.ptir.org)*. Krakow. Poland. 2018. Vol. 22. №1. P. 105—125. doi:10.1515/agriceng-2018-0010.

39. Oleksandr Nadtochiy, Liudmyla Titova. Optimal width of reapers combine harvesters. *ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering*. Lublin–Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 1. P. 87—93.

40. Oleksandr Nadtochiy, Liudmyla Titova. Simulation of agricultural

processes. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 2. P. 55—62.

41. Oleksandr Nadtochiy, Liudmyla Titova. Analysis of multi-channel system of mass service with. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 3. P. 11—18.

42. Liudmyla Titova. Simulation Models of Agricultural Processes. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 3. P. 39—47.

43. Кузьмінський Р. Д., Іванишин В. В., Барабаш Р. І., Ткач О. В. Вплив збільшення кількості постів на показники ефективності технологічних процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ–3522. Збірник наукових праць. Подільського державного аграрно-технічного університету: Технічні науки. 2016. № 24. т.2. С. 175–184.

44. Кузьминський Р. Д., Барабаш Р. И., Михалюк М. А. Анализ технологической и производственной составляющих структуры процессов технического обслуживания тракторов ХТЗ–Т150К–09. MOTROL. Commission of Motorization and Energetic in Agriculture. An International Journal on Operation of Farm and Agri–food Industry Machinery. Lublin; Rzeszow, 2014. Vol. 16, No. 4. P. 303–309.

45. Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2016 році: стат. бюл. / Державна служба статистики України. Київ, 2017.

46. Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2017 році: стат. бюл. / Державна служба статистики України. Київ, 2018.

47. Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2018 році: стат. бюл. / Державна

служба статистики України. Київ, 2019.

48. Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2019 році: стат. бюл. / Державна служба статистики України. Київ, 2020.