

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за магістерським рівнем вищої освіти

На тему: «Ефективність використання системи компенсації відхилень від заданої норми висіву на поворот»

Виконав:

(підпис)

Сергієнко С.М.

(Прізвище, ініціали)

Група:

СТЗ 2301-2м ВН

(Науковий) керівник:

(підпис)

Зубко В.М.

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2024

СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра агроінжинірингу

Ступінь вищої освіти «**Магістр**»

Спеціальність **208 «Агроінженерія»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

агроінжинірингу

_____ Шуляк М.Л.

“08” травня 2023 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВИТИ

Сергієнка Сергія Миколайовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Ефективність використання системи компенсації відхилень від заданої норми висіву на поворот,

керівник роботи: Зубко Владислав Миколайович, д.т.н., професор,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “___” _____ 20__ року № _____

2. Строк подання здобувачем роботи: 22.07.2024 року.

3. Вихідні дані до роботи: Нормативно-технічна документація по розробці механізованих технологічних процесів у рослинництві; Науково-технічна література; Літературні джерела інформації та Інтернет ресурси; Монографії, тощо за темою наукового дослідження; Методичні рекомендації до виконання проекту (роботи).

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. Стан питання і задачі дослідження. Аналіз досліджень по темі роботи. Програма і методика проведення досліджень. Результати проведених досліджень. Техніко-економічна оцінка ефективності використання ґрунтообробних машинних агрегатів. Охорона праці.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: презентація.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та по-сада консультанта	Підпис, дата	
		завдання ви-дав	завдання прийняв
Охорона праці	Хворост Т.В., доцент каф. ОПФ		
Економічна частина	Мікуліна М.О., доцент каф. АІ		

7. Дата видачі завдання 08.07.2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	до 16.10.2023	
2.	Складання плану роботи	до 01.11.2023	
3.	Написання вступу	до 30.12.2023	
4.	Підготовка розділу «Опис блокуючих пристроїв, які застосовуються на тракторах»	до 01.02.2024	
5.	Підготовка розділу «Обґрунтування доцільності модернізації»	до 01.05.2024	
6.	Підготовка розділу «Розрахунок ефективності розробки при виконанні сільськогосподарської операції»	до 31.06.2024	
7.	Написання висновків та пропозицій	до 03.07.2024	
8.	Подання роботи на перевірку унікальності	до 06.07.2024	
9.	Подання роботи до експертної ради факультету	до 10.07.2024	
10.	Подання роботи на рецензування	до 17.07.2024	
11.	Подання до попереднього захисту	до 22.07.2024	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Сергієнко С.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Зубко В.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота складається зі вступу, 6 розділів, висновку та списку використаних джерел, у тому числі 12 ресурсів. Робота містить 50 друкованих текстів, у тому числі 22 малюнки. Метою нашої магістерської роботи було дослідження процесу сівби з компенсаційним механізмом відхилень від заданої норми висіву на поворотах.

Згідно з поставленими цілями роботи в основному виконуються наступні завдання:

- вивчення будови висіваючого апарата просапної сівалки з механічним та електричним приводами;
- вивчення особливостей ґрунтово-агротехнічних умов проведення механізованої технологічної операції;
- вивчення агротехнічних вимог до сівби;
- методи аналізу та дослідження якості проведення сівби;
- дослідження машинних агрегатів, що використовуються в сучасних умовах та у сучасних агротехнологій;
- дослідження механізму приводу висівного апарату сівалки для забезпечення диференційованого висіву;
- дослідити показники якості обробітку ґрунту в різних типах виробничих умов;
- оцінити різницю в показниках урожайності кукурудзи без використання системи компенсації відхилень від заданої норми висіву на поворотах і за її використання;
- техніко-економічна оцінка ефективності використання дискових агрегатів.

Об'єкт дослідження: механізований технологічний процес проведення сівби кукурудзи на зерно.

Предмет дослідження: підвищення ефективності механізованого технологічного процесу посіву кукурудзи на зерно.

При написанні роботи були використані наступні методи досліджень: математичної логіки, лабораторно-польових випробувань, аналітичних досліджень машино-тракторних агрегатів з використанням програми «Машинний агрегат».

Ключові слова: трактор, якість обробітку ґрунту, електропривод висівного апарату рослинні рештки, температура ґрунту, вологість ґрунту, тип ґрунту, техніко-економічні показники.

ЗМІТ

	Стр.
1. Завдання	1
2. Реферат	3
3. Зміст	5
4. Вступ	6
5. Стан питання і задачі дослідження	7
6. Аналіз досліджень по темі роботи	12
7. Програма і методика проведення досліджень	16
8. Результати проведених досліджень	24
9. Техніко-економічна оцінка ефективності використання грунтообробних машинних агрегатів	30
10. Охорона праці	41
11. Висновки	43
11. Список використаних джерел	44
12. Додатки	56

ВСТУП

Основна мета посіву – максимально збільшити врожайність мінімальні витрати на вирощування культури. Виробники намагаються вирішити цю проблему використання точного висіву насіння, яке повинно гарантувати послідовність розподіл певної кількості насіння по території поля. У результаті необхідно забезпечити конкурентоспроможність промислових товарів, це стає все більш важливим. Для цього необхідно використовувати технічну та технологічну допомогу, яка характеризується мінімізацією кількості споживаного насіння, при цьому одночасно гарантованого технологічного відповідного процесу посіву. Як наслідок – впровадження розробленої системи механізованого посіву.

Використання насіння при диференційованій сівбі значно знизить витрати праці, підвищити якість роботи та ефективність посівних агрегатів за рахунок постійного зв'язку з оператором щодо порядку сівби, технологічних перешкод, перешкод технічним помилкам сівалок.

СТАН ПИТАННЯ І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Земля – найважливіший ресурс України. Основною причиною руйнування земельних ресурсів є ерозійна дія води та вітру.

Останнім часом суттєво зріс інтерес до питань практики сівби аграрних культур у системі мінімального обробітку ґрунту, що пов'язано зі зростанням значення практики для підвищення врожайності сільськогосподарських рослин, а також впровадженням інтенсивних методів та методи ресурсозбереження та вологозбереження в сільському господарстві.

У 50-60-х роках було досягнуто значного підвищення рівня механізації рядкового посіву зернових культур на великих площах і удосконалення конструкції сівалки. Подальша еволюція вітчизняних і зарубіжних машин для посіву зернових культур йде в напрямку створення спеціального насіння, універсальних машин і комбінованих агрегатів. Все більшої популярності набувають пневматичні сівалки з централізованим дозуванням насіння, які мають один бункер і один пристрій для висіву всіх сошників. Елегантна електроніка та комп'ютери починають все частіше використовуватися в техніці посіву.

Основний обов'язок посіву полягає в тому, щоб якомога ефективніше помістити насіння в ґрунт, щоб отримати максимальний урожай.

Агротехнічні вимоги при сівбі просапних культур

Перед сівбою просапних культур необхідно рівномірно вздовж рядків розподілити задану кількість насіння, посіяти їх на задану глибину і розташувати прямими рядами з однаковою шириною міжрядь. Якісна, своєчасна сівба багато в чому визначає подальший розвиток рослин, формування структури та якості врожаю.

Найважливішою і неодмінною умовою якісного посіву, особливо звичайного однонасінного і лункового способів, є передпосівний обробіток ґрунту і насінництво, що відповідає агротехнічним вимогам.

Встановлено, що оптимальні умови для роботи сівалок точного висіву створюються при ретельному розпушенні поверхні ґрунту на глибину пакета насіння і вирівнюванні до стану, коли шар 0-5 см не містить грудок і часток. Рослинні рештки розміром більше 3 см, грудки розміром від 0,1 до 1 см повинні становити не менше 50 %, а частки пилу (менше 0,25 мм) не повинні перевищувати 10 %.

Одним із важливих показників якості посіву є рівномірність суцільного розподілу насіння. Розташування насіння в щільній грядці, покритій вологим ґрунтом, допомагає отримати дружні та рівномірні сходи. При цьому ґрунт на ділянці, де знаходяться насіння, слід ущільнити, а верхній шар ґрунту розпушити.

Відхилення фактичної норми висіву: кукурудзи – не більше $\pm 2\%$, сої – не більше $\pm 3\%$, соняшнику – не більше $\pm 5\%$, цукрових буряків – не більше $\pm 15\%$. Відхилення одночасного внесення мінеральних добрив не повинно перевищувати $\pm 10\%$.

При сівбі на вимогу відхилення від розрахункової міжряддя не повинно перевищувати $\pm 30\%$, а допускається відхилення кількості насіння — не менше 85 % від загальної кількості.

При акуратному посіві принаймні 80% окремих насінин повинні бути на відстані одна від одної. Кількість проміжків не повинна перевищувати 2% від кількості висіяного насіння. Нерівномірність висіву на окремих ділянках посіву допускається не більше $\pm 4\%$. Кількість рядів має бути прямим, а відхилення від середньої лінії рядів на довжині 50 м не повинно перевищувати 4 см. Допускається відхилення ширини основного ряду не більше $\pm 3\%$ допустиме відхилення по ширині не більше $\pm 3\%$. Похибка між сусідніми рядами не перевищує $\pm 7\%$.

Глибина посіву залежить від зернистого складу ґрунту та вологості його верхніх шарів. Тому глибина посіву не повинна перевищувати 4-5 см на важких

грунтах і 6-7 см на легких. Відхилення від встановленої глибини загорання не повинно перевищувати 15%.

Оптимальна глибина загорання насіння для більшості середньорядних культур знаходиться в діапазоні від 20 до 50 мм, з коефіцієнтом варіації 20-25 %. Глибина посіву однієї насінини не повинна відхилитися від середньої більш ніж на $\pm 15\%$, при цьому глибина 30-40 мм становить $\pm 0,5$ см, глибина 40-50 мм — $\pm 0,7$ см, глибина 60-80 мм дорівнює ± 1 см. Рівномірність загорання насіння при заданих глибинах 3-4, 4-5 і 6-8 см, середня глибина закладання може відхилитися на $\pm 0,7$ см.

Під час сівби культур у міжряддях необхідно дотримуватись прямолінійності міжрядь, щоб посівне поле було рівним. Пошкодженість насіння посівною технікою не повинна перевищувати 1%.

За інших рівних умов обробка та оптимальна густина стебла залежать від польової схожості насіння. Створення оптимальної щільності стебла забезпечує рослинам рівний доступ до життєво важливих факторів, таких як світло, тепло, вода та мінеральні поживні речовини. Робоча швидкість сівалки повинна відповідати встановленим агротехнічним вимогам, яка не перевищує 2-2,5 м/с.

Технічні та виробничо-технічні показники є невід'ємною частиною агротехнічних вимог до сівалки. Вони визначають основні параметри сівалки: ширину захвату, робочу швидкість, енергоємність, продуктивність, термін служби, коефіцієнти технологічної готовності та надійності, умови безпеки та зручність експлуатації.

Загальні технічні вимоги до сільськогосподарських машин:

– забезпечити норму висіву зернових, зернобобових та злакових культур від 12 до 300 кг/га, мінеральних добрив у гранульованому вигляді від 25 до 500 кг/га;

– пошкодження насіння при сівбі зернових культур не повинно перевищувати 0,3%, зернобобових – 3%;

– не можна перебільшувати нерівномірність висіву між окремими висівними апаратами: для зернових, льону, рису $\pm 3\%$, для зернобобових культур $\pm 4\%$, для зернових і зернобобових культур $\pm 8\%$;

– загальна кількість насіння (норма висіву), що відрізняється від зазначеної, не повинна перевищувати 2%;

– загальна кількість висіваного насіння не повинна відрізнятись більш ніж на 10% від зазначеної норми гранульованих добрив.

– товщина оболонки насіння повинна бути змінною в межах 0-90 мм;

– кількість насіння, закладених на задану глибину, має бути не менше 80%; незароблені насіння не допускаються;

– добрива, призначені для розсади, висаджувати в ті ж рядки, що й насіння, додатково основні добрива висаджувати на 20-30 мм нижче насіння, під ними або збоку в стовпчики.

– наступного дня висівна машина після проходу повинна приземлитися на поверхню.

Сьогодні існує кілька різновидів сівалок для сівби. Їх появу пов'язують з поширеним (поряд з технологією висаджування однієї насінини в оброблене поле) поєднанням просапного землеробства і внесенням добрив у рядки (разом із самим насінням або окремо від ґрунту). Відпрацьовують посів насіння, коткування, культивацію, дискування, луцення, фрезерування і по стерні ґрунту, схильного до вітрової ерозії, підґрунтовий обробіток із поєднанням робіт з підготовки ґрунту, внесення добрив і коткування посівів.

При однакових вимогах до технології сівби (у кожного сорту) сівалки різних країн-виробників і компаній мають найрізноманітніші види робочих органів, по-різному агрегуються з енергетичними засобами (причіпні,

напівнавісні, навісні), свої вимоги до конструктивна конструкція та структурна схема різні, і вони розташовані в різних місцях у широких борозенках.

Незважаючи на різноманітність типів сівалок, що поєднують посів культур із внесенням добрив, різними видами обробітку ґрунту тощо, відомих під назвою комбінованих сівалок, найпоширенішими є прості за конструкцією, продуктивні та надійні. Ці пристрої виконують одну операцію (сівбу). Вони служать основою для створення різних комбінованих посівних і садильних машин і агрегатів. Еволюція будови їх корпусів впливає насамперед на технічну еволюцію всієї серії машин для сівби зернових культур.

Водночас сучасний розвиток сенсорного сектору та різноманітних цифрових платформ сприяє розвитку і аграрного машинобудування. І це вже системи Precision Farming. Ми починаємо «боротися» за ефективність розвитку кожної насінини і максимальну реалізацію біологічного потенціалу кожної рослини. Перезагущені посіви це дійсно є великою проблемою .адже це конкуренція рослин між собою, що значно знижує врожайність. Найчастіше дана ситуація характерна саме для розворотних полос, де, при розвороті посівного комплексу, необхідно забезпечити різну норму висіву на кожному окремому сошнику. Це безпосередньо пов'язано з різним пройденим шляхом кожного сошника по ширині захвату сівалки.

Дана тема актуальна для реального аграрного виробництва і потребує реальних польових досліджень.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ПО ТЕМІ РОБОТИ

У технології вирощування аграрних культур провідну роль відіграє сівба. Ефективність будь-якої технології багато в чому залежить від сівби. Основним завданням при сівбі є оптимальне розміщення насіння для забезпечення максимального врожаю. При цьому сівба, як технологічний процес, висуває три основні вимоги: висів заданої кількості насіння на одиницю площі поля; рівномірне їх розміщення на полі; розміщення їх на певну (однакову) глибину. Мета сівби – створити оптимальну густоту стебла рослин, тобто забезпечити рівний доступ усіх рослинних організмів до еквівалентних, але взаємозамінних факторів життєдіяльності рослин (світла, тепла, води, елементів мінерального живлення). Від якості і своєчасності посівних робіт значною мірою залежить формування аграрних рослин на найбільш ранніх етапах органогенезу, що визначає подальший розвиток рослини, формування структур і конкретних морфологічних типів, якість врожаю.

Спосіб сівби та схема її розміщення впливають на основні технічні прийоми, пов'язані з обробіткою ґрунту, сівбою, доглядом за рослинами та збиранням їх. Зараз широко використовуються сівалки точного висіву. Термін «точний висів» виник у 1950-х роках у зв'язку з появою однозернових і групових сівалок для посіву кукурудзи та соняшнику. Хоча минуло багато років, дослідження цього методу сівби все ще знаходяться на ранніх стадіях. Однак не можна заперечувати успіхів розвитку рослинництва, яке базувалося на розумінні геометрично точного розміщення насіння і рослин. Фахівці часто кажуть, що з появою сучасної техніки, яка забезпечує однонасіннєву сівбу, фактично досягається максимум можливого, і лише від якості висіяного насіння залежить подальше підвищення якості посіву. Тому, прагнучи встановити точність посіву, необхідно відобразити такі вимоги: правильне ставлення до основного завдання

посіву з урахуванням біологічних потреб і особливостей культур, сортів, гібридів; допуски на відхилення вихідних параметрів;

Втрати при сівбі викликані зупинками в сівбі, відхиленням середньої глибини закладання насіння та його однорідності від рекомендованих значень. За інших рівних умов (погодні умови, сорт культури, схожість насіння, час посіву тощо) на врожайність просапних культур суттєво впливають важливі технічні та технологічні фактори, зокрема, коли частина площі поля посівна ще не засіяно, коли вплив не вдається. Відхилення глибини загортання насіння можна усунути додатковими налаштуваннями висівного апарату.

Пропуски поділяються на суцільні сита та мікро. Особливістю суцільного просіву є те, що посів не потрібно проводити через один або кілька висівних агрегатів або весь висівний апарат під час руху. Просіви з'являється тільки після появи сходів. Можна також усунути просіювання шляхом висіву додаткового насіння, але в цьому випадку розвиток рослин відстає на 12% від загальної маси, тому втрачається врожай. Просівання також може виникнути через механічну несправність, неправильне регулювання, недостатній вакуум, відсутність насіння в бункері або утворення склепіння, наявність сторонніх речовин у насіннєвій масі, засмічення сошника ґрунтом тощо. Рівень захворюваності становить 1,5-4,5% площі поля.

Мікропропуски - одне або більше насіння відсутні у вказаному місці. Вони проявляються лише після появи сходів. Мікропропуски виникає через неправильне регулювання, невідповідність розміру комірок (отворів) у диску та розміру насіння, часткове закупорювання комірок (отворів), засмічення насіння, наявність сторонньої маси в насінні, недостатнє розрідження, буксування ведучих коліс, що становить 1,5-8% посівної площі.

«Поняття Двійники» – дві або більше насінини, розташовані в одному ґрунтовому «гнізді» (підраховано). Завдяки точному посіву кожен «двійник» в

цілому не постраждає від води та поживних речовин через зменшення площі живлення. При цьому кожна рослина зморщується приблизно на 20-35%. Після того, як з'являться сходи, один потрібно видалити. Ручна або механічна прополка вимагає додаткових витрат. Число точних повторень посіву може досягати 4%.

З метою зменшення кількості двійників, більш точного встановлення положення двійників «підбирачів» під час підготовки до сівби, в тому числі з урахуванням швидкості руху висівного агрегату.

Щоб підвищити якість проведення сівбу, в останні роки були проведені дослідження та розробки пристроїв для керування процесом сівби. Їх використання може значно знизити витрати на оплату праці, покращити якість посіву та продуктивність причепа, а також може звільнити велику кількість працівників. зайнятися іншою роботою та ефективніше використовувати сучасні енергоємні трактори та різко скоротити час сівби. Проектне призначення системи керування просапними сівалками – контролювати процес сівби в режимі реального часу під час роботи сівалок точного висіву та оперативне повідомлення причіпного агрегату машини про відхилення роботи від заданих параметрів.

Функція системи управління – збір інформації про роботу кожної посівної секції, відбір (фільтрування отриманих значень за встановленими критеріями), аналіз процесу, виведення на монітори (індикатори) поточної інформації про якість, швидкість руху тощо, а також відомості про порушення процесу посіву та місце порушення. Сучасний розвиток технічних засобів моніторингу технічного процесу посіву та алгоритмів їх роботи базується на теоретичних дослідженнях принципів розміщення насіння та нових принципів формування агрофітоценозів, які можуть покращити реалізацію потенціалу культур.

Автоматичне керування сівалками є одним із головних резервів підвищення продуктивності праці, поліпшення якості посіву, а отже, підвищення врожайності аграрних культур. Через неоднорідність середовища та умов роботи

сівалки на сівалці діє багато випадкових факторів, тому підтримувати задані параметри посівного процесу є складним завданням. Це вимагає від оператора підвищеної уваги та може швидко призвести до втоми. Оскільки конструкція сівалок стає складнішою, а ширина захвату та робоча швидкість руху збільшуються, ці ситуації зростають настільки, що контроль процесу стає неефективним, а в деяких випадках неможливим.

Порушення процесу сівби може призвести до непоправних втрат урожаю, додаткових трудових і грошових витрат при вирощуванні рослин на просіяних площах або до порушення якості посіву. За даними Навчально-наукового центру ІМЕСГ, використання автоматизованих засобів контролю на сівалках може скоротити час просіювання в 50 разів. Проведені провідними науковцями техніко-економічні розрахунки свідчать, що після 14 посівів сівалкою Horsch Maestro CV, оснащеною системою контролю висіву цукрових буряків, трудовитрати посіву можна скоротити на 50%.

Тому автоматичне керування сівалками є одним із головних резервів підвищення продуктивності праці, поліпшення якості посіву, а отже, підвищення врожайності аграрних культур.

ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження ефективності використання посівних агрегатів

В наш час інформаційне середовище та його технології сприяють спрощенню отримання результату аналітичних досліджень та більш коректно оцінює роботу сучасної техніки.

Можливість швидко отримувати результат дає нам змогу для швидкого реагування

Досліджуючи ефективність використання сільськогосподарської техніки треба опиратися на інструменти, завдяки яким в майбутньому обґрунтовуються результати для майбутнього аналізу і рішень про піддослідні машинні агрегати. Розрахунки отримані після проведення лабораторних дослідів, відповідають польовим дослідженням, технологічних параметрів роботи агрегату в реальних умовах. програма «Машинний агрегат» для П.К. забезпечує користувача даними, які більш точно наближені до реальних машинних агрегатів та їх функціонування при виконанні технологічних операцій.

Структура роботи програми «Машинний агрегат».

В програмі знаходиться повна база техніки, умов при яких вони можуть працювати та інших економічних показників, які мають відношення до господарства то його функціонування. Завдяки цьому ми можемо бачити точні та зважені результати у розрахунках.

Присутніми параметрами до програми «Машинний агрегат» відносяться: параметри техніки (тракторні агрегати та інші сільхоз-машини), умови при яких функціонують агрегати(грунтові, кліматичні та фізичні умови в яких техніка виконує операції вирощення культур за дотриманням всіх технічних умов).

Головними параметрами в роботі даної програми є результати роботи з вже

дослідженими агрегатами з обґрунтованими експлуатаційними за тратами, але за умовою якісного виконання роботи.

Показники роботи тракторів, енергозасобів та їх аналіз.

Параметрами програми являються: тип та марка засобу, головний техніко-технологічний параметр, тягова установка та її потужність, витрати палива та маса, вартість, річне завантаження, коефіцієнт надійності засобу.

Вихідними параметрами являються, витрати на паливо-мастильні матеріали, відрахування на амортизацію, коефіцієнт при якому забезпечується якість енергозасобу.

На Рис. 1 показана схема аналізу ефективності при використанні енергозасобу.

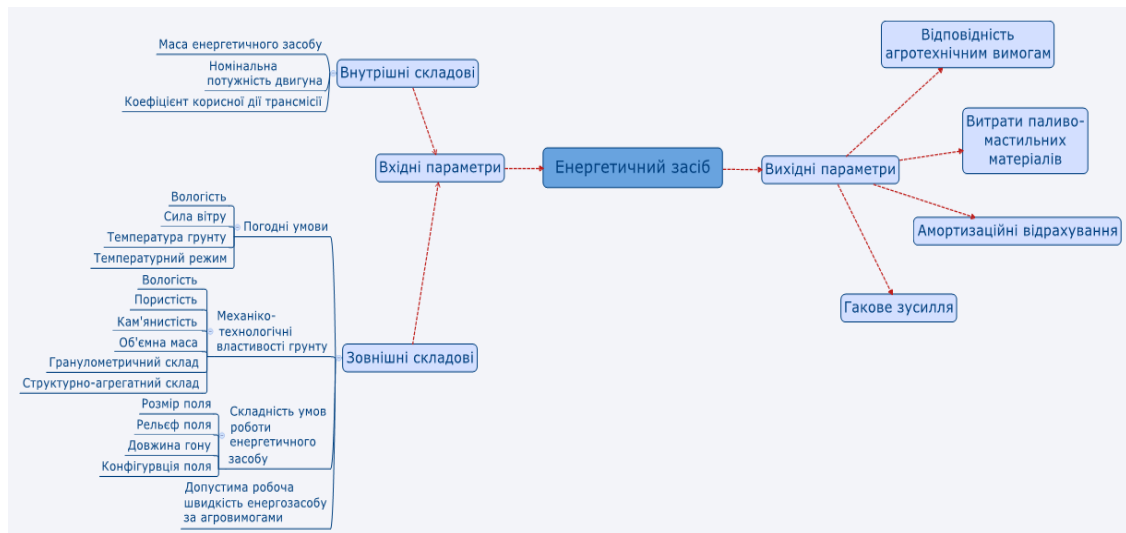


Рис. 1. Схема аналізу ефективності експлуатації енергозасобу

Приклад підготовки форми бази даних по тяговим засобам для розрахунку їх у програмі «Машинний агрегат» (Рис. 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	Джон Дір 8420	181	2	60.0	198	200	10.00	195000	1600	1	2.20	0.98	0.98			Трактор колісний 4К4 клас 6
3	Джор Дір 9430	220	2	60.0	316	200	20.10	442000	1600	3	2.20	0.98	1.00			Трактор колісний 4К4 клас 6
4	Джон Дір 9530	221	2	65.0	351	200	20.30	480000	1600	3	2.20	0.98	1.00			Трактор колісний 4К4 клас 6
5	K-701	1	2	65.0	220	245	13.00	86435	1500	1	2.70	0.92	1.00			Трактор колісний 4К4 клас 5
6	K-700A	2	2	60.0	158	245	12.30	59800	1500	1	2.20	0.80	1.00			Трактор колісний 4К4 клас 5
7	Умовні позначення колонок:															
8	1 - Марка енергетичної машини;						4 - Основний технологічний параметр(максимальне тягове зусилля для									
9	2 - Шифр енергетичного засобу;						тракторів, кН; вантажопідйомність для автомобілів, т; пропускна									
10	3 - Тип енергетичної машини:						здатність для комбайнів, кг/с);									
11	0 - людина;						5 - Потужність двигуна, кВт;									
12	1 - гусеничні трактори;						6 - Питома витрата палива, г/кВт*год (г/км);									
13	2 - колісні трактори 4К4;						7 - Експлуатаційна маса, т;									
14	3 - колісні трактори 4К2;						8 - Світова ціна, \$;									
15	4 - самохідні комбайни;						9 - Нормативне річне завантаження, год;									
16	5 - автомобілі-самоскиди (бензинові);						10 - Система ТОР (визначає ресурс енергетичного засобу до 1-го капітального ремонту:									
17	6 - автомобілі-самоскиди (дизельні);						1- стара система; 2 - нова система; 3 - система для інземної техніки.									
18	7 - автомобілі бортові (бензинові);						11 - Виробіток енергомашини в умовних гектарах за годину (для гусеничних - K=0.06G+0.01Ne; решти - K=0.05G+0.01Ne);									
19	8 - автомобілі бортові (дизельні);						12 - Коефіцієнт надійності енергозасобів;									
20	9 - електродвигун;						13 - Коефіцієнт забезпечення агровиног.									
21	14 - Знаком (+) відмічаються енергетичні засоби, які необхідно включити у розрахунок.															

Рис. 2. Загальний вигляд сформованої бази по енергозасобах

Дослідження аграрних машин.

Параметри за якими формується база даних с.г. машин: тип та марка сільськогосподарського агрегату, технологічні параметри ,які характеризують роботу машини, оптимальна робоча швидкість, відповідно до вимог, необхідна потужність від ВВП для коректної роботи органів, маса дослідженої техніки, вартість агрегату, завантаження техніки за рік, кількість механізаторів для забезпечення роботи машини, коефіцієнт надійності, та довжина агрегату. До системних параметрів дослідження машин входить: опір машини, та її амортизація, коефіцієнт якості виконання механічних робіт та технологічних операцій.

На Рис. 3 зображено схему аналізу ефективності використання аграрних машин 2.

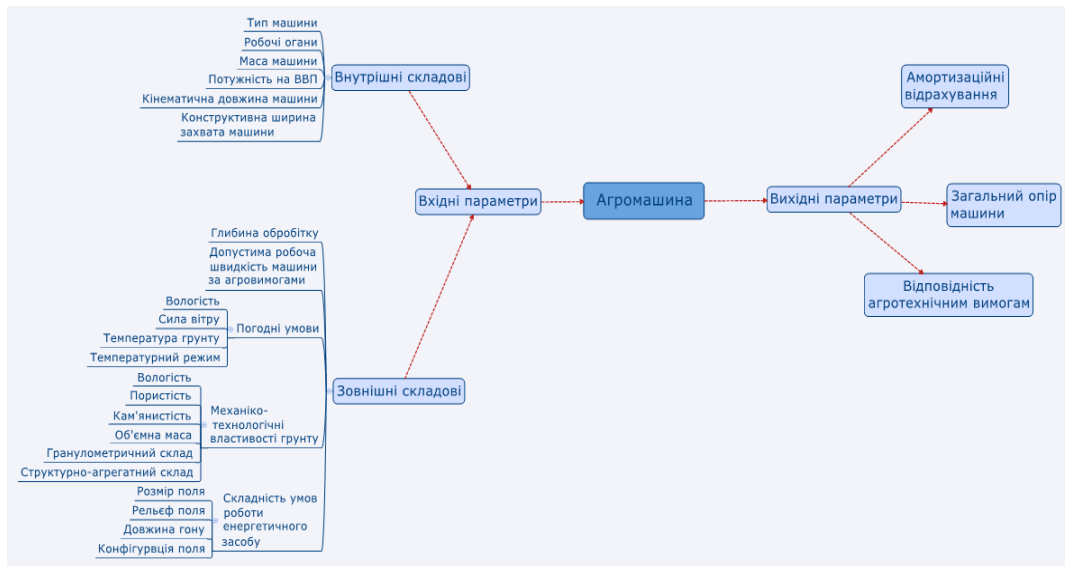


Рис. 3. Схема аналізу ефективності експлуатації аграрних машин.

Приклад заповнення бази даних для конкретної машини, для подальшого використання цієї схеми в програмі «Машинний агрегат» показано на Рис. 4.

№	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y			
1	1																											
2	ПТК-9-35	1	1	3.20	10	0.0	2.80	4175	240	1	0	7.5	0.92	0.98														
3	ПТК-10-35	365	1	3.50	10	0.0	3.00	7702	480	2	0	7.7	0.92	0.98														
4	ПТК-6/7-40	7	1	2.80	9	0.0	1.50	3737	240	1	0	7.0	0.92	0.98														
5	ПНН-8-40	2	1	3.20	10	0.0	2.15	4100	240	1	0	7.0	0.92	0.98														
6	ПНН-10-35Д	537	1	3.50	10	0.0	2.80	5628	240	2	0	7.5	0.92	0.98														
7	МФ 720	374	1	2.70	10	0.0	1.60	15000	300	3	0	6.5	0.98	0.98														
8																												
9	Умовні позначення колонок																											
10	1 - Марка сільськогосподарської машини;														4 - Максимальна ширина захвату для машин типу 1,2,3,4,9,10,11,12 м;													
11	2 - Шифр сільськогосподарської машини;														Вантажопідйомність (т) для машин типу 6,7,8;													
12	3 - Тип сільськогосподарської машини														Продуктивність, т/год, для машин типу 5;													
13	1 - торгові звичайні (4 - ширина захвату, 5 - максимальна швидкість, 6 - потужність=0);														5 - Максимальна робоча швидкість, км/год. Ширина захвату для машин типу 6, м.													
14	2 - зчепки (4 - ширина захвату, 5 - максимальна швидкість, 6 - потужність=0);														Максимальна пропусна здатність для машин типу 11,12 кг/с.													
15	3 - тягово-приводи (4 - ширина захвату, 5 - максимальна швидкість, 6 - потужність ВВП, кВт);														6 - Потужність на ВВП, кВт(літома потужність для типу машин 9 і 12 кВт/кг*с);													
16	4 - машини без робочих органів для ґрунту (4 - ширина захвату, 5 - максимальна швидкість, 6 - потужність ВВП, кВт);														7 - Експлуатаційна маса, т;													
17	5 - навантажувачі і стаціонарні (4 - продуктивність, т/год, 5 - швидкість=0, 6 - потужність ВВП, кВт);														8 - Балансова вартість, ум. од.													
18	6 - причіпи та напічні розподіачі добрив (4 - вантажопідйомність, т, 5 - ширина захвату, м, 6 - потужність ВВП, кВт);														9 - Нормативне річне завантаження, год.													
19	7 - тракторні транспортні машини (4 - вантажопідйомність, т, 5 - максимальна швидкість, 6 - потужність ВВП, кВт);														10 - Система TOP (визначає ресурс сільськогосподарської машини до 1-го ремонту													
20	8 - автомобільні причіпи і транспортні машини (4 - вантажопідйомність, т, 5 - максимальна швидкість, 6 - потужність=0);														1 - стара система, 2 - нова система, 3 - система для ноземної техніки).													
21	9 - жатки і хедери для самохідних комбайнів (4 - ширина захвату, 5 - максимальна швидкість, 6 - потужність ВВП														11 - Кількість обслуговуючого персоналу;													
22	на однію пропусну здатність, кВт/кг*с); 10 - причіпи комбайнів із змінними жнивниками і хедерами														12 - Кінематична довжина машини, м;													
23	(4 - ширина захвату, 5 - максимальна швидкість, 6 - потужність ВВП, кВт), може працювати як тип 3;														13 - Коefіцієнт надійності машини;													
24	11 - жнивники і хедери для причіпних комбайнів типу 10 (4 - ширина захвату, 5 - пропусна здатність, кг/с;														14 - Коefіцієнт забезпечення агровигогом.													
25	6 - потужність ВВП на однію пропусну здатність, кВт/кг*с);																											
26	12 - причіпи комбайнів з пропусною здатністю із постійними хедерами (4 - ширина захвату, 5 - пропусна здатність, кг/с;																											
27	6 - потужність ВВП на однію пропусну здатність, кВт/кг*с);																											
28	13 - засоби і інструменти для ручних робіт (4 - продуктивність, т/год);																											

Рис. 4. Загальний вигляд сформованої бази даних по МА

Аналіз по ефективності використання машинно-тракторного агрегату.

До даних системи входять наступні параметри: коефіцієнт опору руху агрегату, обмеження по швидкості роботи агрегату з урахуванням умов, рушійна

сила, сила опору перекочування, коефіцієнт зчеплення ходових систем, сила зчеплення агрегату та дотична сила тяги (Рис. 5).

До параметрів входить: потужність яка забезпечує тягу, фактична швидкість за якою рухається агрегат, коефіцієнт використання потужності, потужність з якою можна подолати буксування.



Рис. 5. Схема формування результатів аналізу техніко-економічних показників роботи машинних агрегатів

Щоб обґрунтувати техніко-економічні показники роботи машинних агрегатів треба користуватися додатковою інформацією, до якої належить: оплата виконаної праці, довідка щодо цін витрачених на паливно-мастильні матеріали, вартість сплати додаткових послуг, ставки погодинної оплати праці, транспортні та робочі швидкості при проведенні переїздів та ін. (Рис. 6)

Вирощування будь-якої аграрної культури забезпечується з сучасними механізованими технологіями, важливими операціями процесу забезпечення умов для реалізації потенціалу рослин. При всьому-цьому кожна окрема технологічна операція виконується конкретним агрегатом.

1. Структурні підказки підприємства

Найменування	Скорочення	Курс долара	27
Суський НАУ	СНАУ		

2. Оплата праці - тарифна сітка

місячна заробітна плата	1218	грн.
річний фонд робочого часу:	2011	год.
місячна норма робочих годин	168	год.

Категорія працівників

Категорія працівників	Результ роботи						Коефіцієнт коригування при розрахунку
	1	2	3	4	5	6	
Міжрозрядні коефіцієнти	1,00	1,02	1,20	1,35	1,55	1,80	X
Трудоздатність машинистів	65,63	71,54	78,76	88,60	101,73	118,13	1,29
На ручних роботах у зарплаті	59,02	64,33	70,82	79,67	91,48	106,23	1,16
На ручних роботах у розплаті	50,88	55,46	61,05	68,68	78,86	91,58	1,00
На ремонтних роботах	53,93	58,78	64,71	72,80	83,59	97,07	1,06
На верстатних роботах	60,54	65,99	72,65	81,73	93,84	108,98	1,19
На ремонтно-будівельних роботах	63,60	69,32	76,31	85,85	98,57	114,47	1,25

3. Довідки ці

Базисні планові показники	вантажи	для легкових та спеціальних
	цього	цього
Планова обсяговість агротехніки	т-км	т-км
СНАУ	грн	0,80
		1,19
		21,21

Клас ґрунтів за питомим опором, кН/м²:

1 - (27 - 34)			
2 - (35 - 39)			
3 - (40 - 48)			
4 - (49 - 55)			
5 - (56 - 62)			
6 - (63 - 67)			
7 - (68 - 75)			
8 - (76 - 82)			
9 - (83 - 90)			

4. Довідки ці

Планова обсяговість 1 умов. га (без прямої оплати праці і ПММ)	1 умов. га
СНАУ	грн
	32,51
	1,00

Рис. 6. Зображено базу даних, яка включає в себе довідкову інформацію, для забезпечення розрахунку економічних показників роботи аграрної техніки.

При виконанні операцій кожний сільсько-господарський агрегат має індивідуальні показники. Наприклад, на експлуатаційні показники сівалки, в першу чергу впливає норма висіву насінини, місткість бункеру, об'єм баків під добрива, та склад ґрунту. З урахуванням даних факторів роботи агрегатів, для розрахунку ефективності в сфері їх використання розроблено підхід до кожної групи техніки окремо

Завдяки проведеним дослідженням, ми можемо визначити результат-експлуатації, технологічні та економічні показники роботи сівалки при посівній кампанії. Всі результати складаються з технічних та технологічних результатів, які були визначені особливостями конструкції кожного агрегату, агротехнічними вимогами, та умовами проведення посіву. (Рис. 7). На основі результатів розрахунку формується результат досліджень.

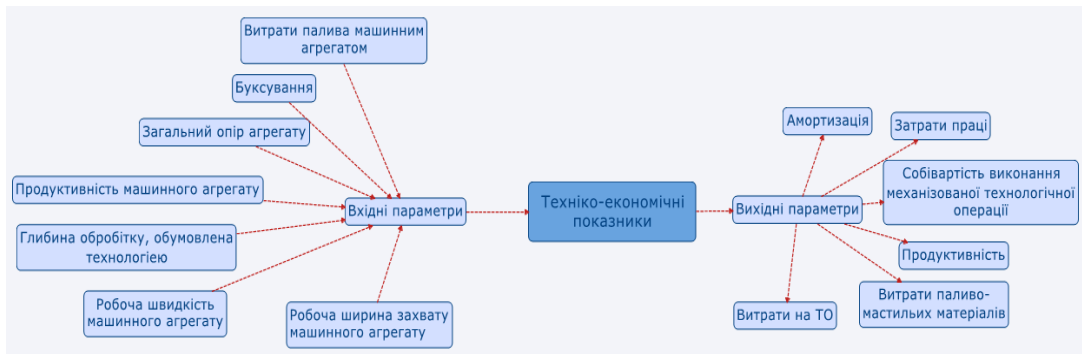


Рис. 7. Схема формування результатів досліджень посівних машинних за показниками

При дослідженні властивостей роботи машинних агрегатів робоче вікно має дві частини: вхідна інформація (Рис. 8) та техніко-економічні показники результатів розрахунку (Рис. 9).

№	А	В	С	Д	Е	ґ	Г	С	т	Кп	Кн	Кя	О	Р	Q	R
1	Склад орного машинного агрегату															
2	Енергетичний засіб	Тип	Рдоп	N	q	G	C	t		Кп	Кн	Кя				
3	ХТЗ-150-05	206	1	37.0	129	220	8.15	52000	2000	2	1.65	0.80	1.00	Трактор гусеничний клас 3 ХТЗ-150-05-09		
4	Агромашина	Тип	V	V	G	C	t		p	Кд	Кн	Кя				
5	ПЛН-5-35	4	1	1.80	7	0.0	0.90	1700	240	1	0	4.2	0.98	0.93	Плуг лемішний 5-корпусний	
6	Вхідні дані															
7	Фон поверхні ґрунту				3	Спосіб руху агрегату				1						
8	Питтйомий опір ґрунту, кН/м2				7	Віддаль від парку до поля, км				1						
9	Умови роботи машинного агрегату				3											
10	Рельєф, %				3											
11	Глибина обробки ґрунту, см				25											
12	Довжина гонів, м				1200											

Рис. 8. Вид робочого вікна з відображенням вхідної інформації

Результати розрахунків						
Енергетичний засіб		Агротехніка		Машинний агрегат		
17	Коефіцієнт опору руху	0.066	Коефіцієнт опору руху	0.076	Коефіцієнт використання тягового зусилля	0.69
18	Коефіцієнт зчеплення ведучого апарату	1.019	Сила опору переключення, кН	0.07	Коефіцієнт ТО	0.42
19	Допічна сила тяги, кН	56.39	Сила опору гідродому, кН	0.27	Буксування, %	2.45
20	Сила зчеплення, кН	80.55	Сила опору виконання процесу кН	33.18	Фактична швидкість агрегату, км/год	6.83
21	Сила опору переключення, кН	5.34	Загальний опір агрегату, кН	33.52	Потужність на переключення, кВт	10.13
22	Сила опору гідродому, кН	2.45			Потужність на гідродом, кВт	4.64
23	Рухлива сила, кН	84.81			Потужність на буксування, кВт	2.66
24					Потужність на тягу, кВт	63.58
25					Ефективна потужність, кВт	102.97
26					Коефіцієнт використання потужності	0.80
27						
Комп'ютерна машина агрегату		Баланс часу зміни		Техніко-економічні показники		
28	Радіус повороту агрегата, м	2.88	Час зміни, год	7.00	Продуктивність агрегату, га/год	0.90
29	Довжина вильоду агрегата, м	5.85	Час на переїзді до поля, год	0.11	Затрати праці, люд-год/га	1.11
30	Ширина поворотної смуги, м	10.17	Час, витрачений на ТО енергомашини, год	0.40	Витрати палива, кг/га	25.25
31	Робоча довжина гону, м	1179.06	Час, витрачений на ТО агротехніки, год	0.04	Вартість палива, грн/га	478.28
32	Довжина холостого ходу, м	15.24	Втрати часу на повороти, год	0.19	Вартість оливи, грн/га	10.11
33	Ширина захвату агрегата, м	1.98	Час на фізичні потреби, год	0.90	Сплата праці, грн/га	126.97
34			Основний час, год	4.65	Амортизація, грн/га	149.32
35					Витрати на ТО, грн/га	160.73
36					Прямі експлуатаційні затрати, грн/га	925.41
37	Коефіцієнт робочих ходів	0.84	Коефіцієнт використання часу зміни	0.66		
38						
Зведені показники агрегату				Надійність		
39	Склад МА	Продуктивність, га/год	Затрати праці, люд-год/га	Витрата палива, кг/га	Прямі експлуатаційні затрати	
40						
41	ХТЗ-150.05	0.90	1.11	25.25	925.41	
42	ПВН-5-35					
43						
44						
45						
Енергозасіб		Надійність		Агротехніка		
46	Час роботи машини на рік, год	1600	Час роботи машини на рік, год	2395		
47	Час на відновлення в рік, год	400	Час на відновлення в рік, год	5		
48	Кількість відмов на рік	133	Кількість відмов на рік	2		
49	Наробіток на вивову, год	15	Наробіток на вивову, год	150		
50	Періодичність проведення ТО, год	14	Періодичність проведення ТО, год	147		

Рис. 9. Вид вікна з відображенням результатів розрахунку – техніко-економічних показників

РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сучасні системи приводу є дуже складними і можуть мати до 138 частин, які повинні працювати разом, щоб правильно помістити насіння в ґрунт. Навіть у сівалки в хорошому технічному стані кожна частина системи приводу є потенційним джерелом помилок під час процесу висіву. Посівна – найважливіша операція, яка проводиться щороку. Для успішної посадки необхідно підібрати найкращі сорти та гібриди культур, розрахувати оптимальну норму висіву та запланувати певну врожайність. Оскільки будь-яка з 138 взаємодіючих частин може вийти з ладу, треба чітко визначитись з системою, встановити її, протестувати та обслужити (рисунок 10).

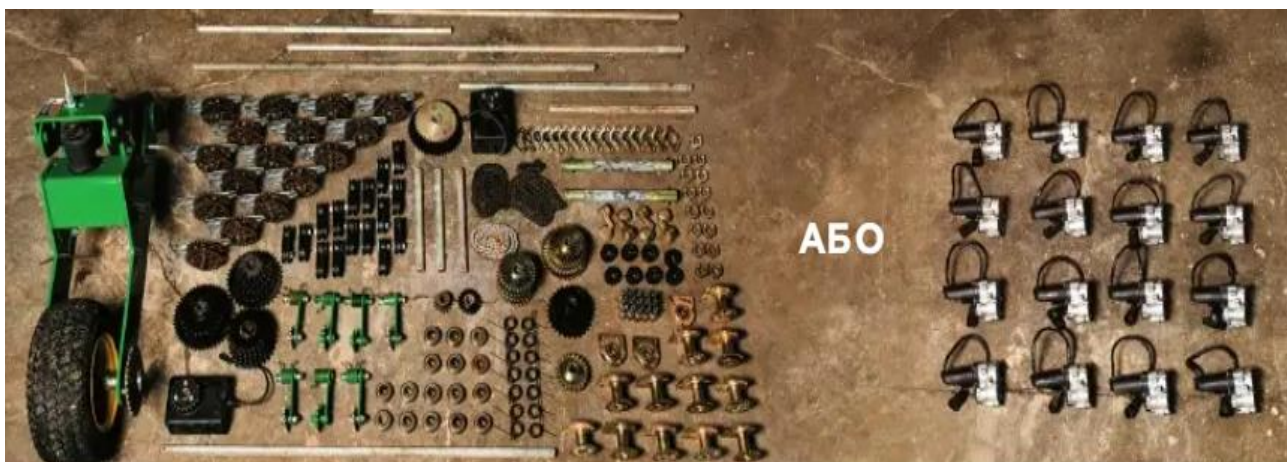


Рис. 10. Система забезпечення висіву кожним висіваючим апаратом

Система приводу коліс і система гідравлічного приводу складаються з ланцюгів, зірочок, муфт, шестигранних валів і підшипників. Вихід з ладу хоча б одного з цих вузлів негайно позначиться на роботі сівалки. Ланцюг може перекручуватися, ведуче колесо може прослизати, підшипники можуть зноситися, зчеплення може зламатися. Крім того, в роботі системи може виникнути низка інших проблем, які призведуть до зниження точності дозування («поодинокості») насіння висівним апаратом, зміни відстані між насінням у рядках та відхилення від заданої норми висіву.

Система vDrive замінює вищевказані 138 компонентів простим електродвигуном у кожній посівній секції, мінімізуючи кількість обслуговування під час посіву та потенційну можливість погіршення якості роботи.

Проведені дослідження направлені на визначення ефективності використання систем диференційованого висіву не лише зі сторони технічного забезпечення, а саме, зменшення кількості вузлів при експлуатації, їх встановлення, ремонт і обслуговування, а й з боку реалізації біологічного потенціалу культури.

Оцінити різницю в показниках урожайності кукурудзи без використання системи компенсації відхилень від заданої норми висіву на поворотах і за її використання.

Компенсація відхилень від встановленої норми висіву під час поворотів – це технологія сівби, що за допомогою електродвигунів регулює крок висіву в кожному рядку на ходу. Звичайні приводи не дозволяють регулювати норму висіву в кожному окремому рядку сівалки під час її руху по кривій. З використанням системи vDrive (рисунок 11) корекція відбувається окремо в кожному рядку, що дозволяє точно дотримуватись густоти висіву на криволінійних ділянках поля згідно з картами внесення.



Рис. 11. vDrive

На рисунку 12 показано остаточні значення норми висіву з використанням систему vDrive для регулювання густоти висіву в кожному рядку. За норми висіву 88 тис. насінин/га, заданої за допомогою монітора 20/20, на всіх висівних секціях сівалки під час руху на криволінійних ділянках середнє значення склало 89661 насінин/га (рисунок 11).

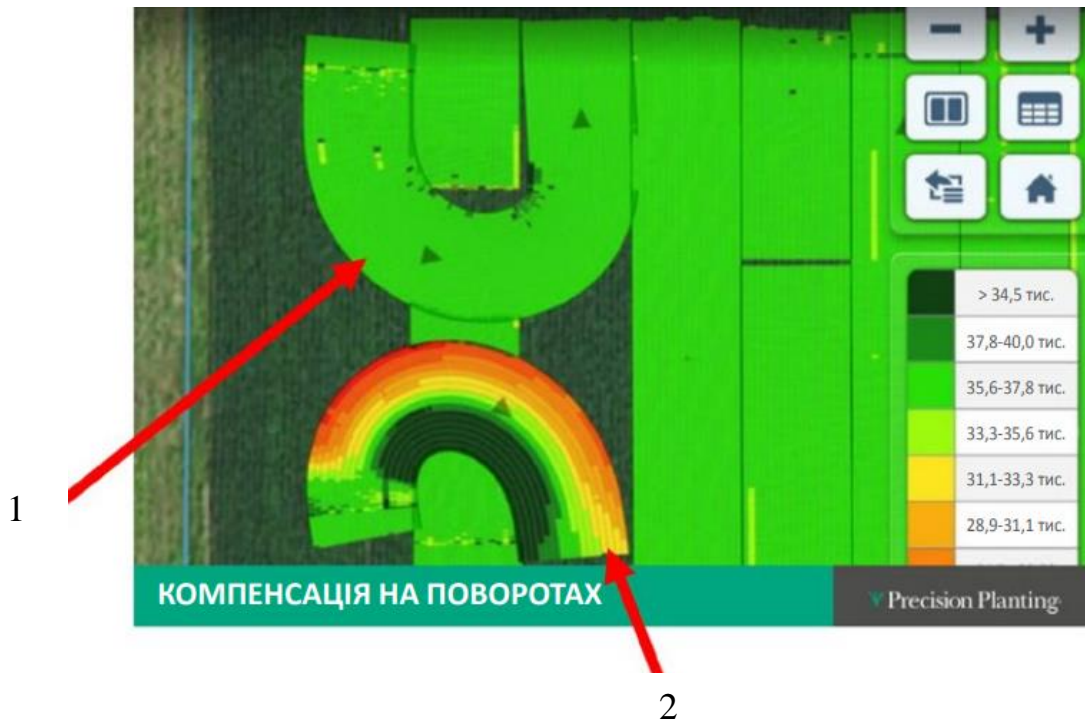


Рис. 12. Дослідження з компенсації відхилень від заданої норми висіву на поворотах:

1 – компенсацію на поворотах увімкнено: густота висіву;

2 – компенсацію на поворотах вимкнено: густота висіву.

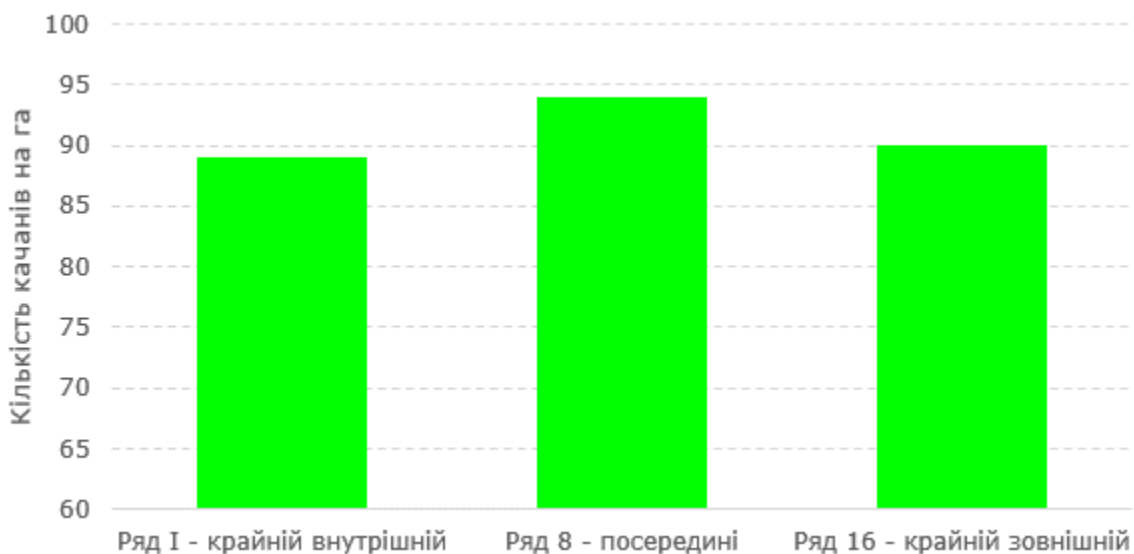


Рис. 13. Компенсацію на поворотах увімкнено: густота висіву

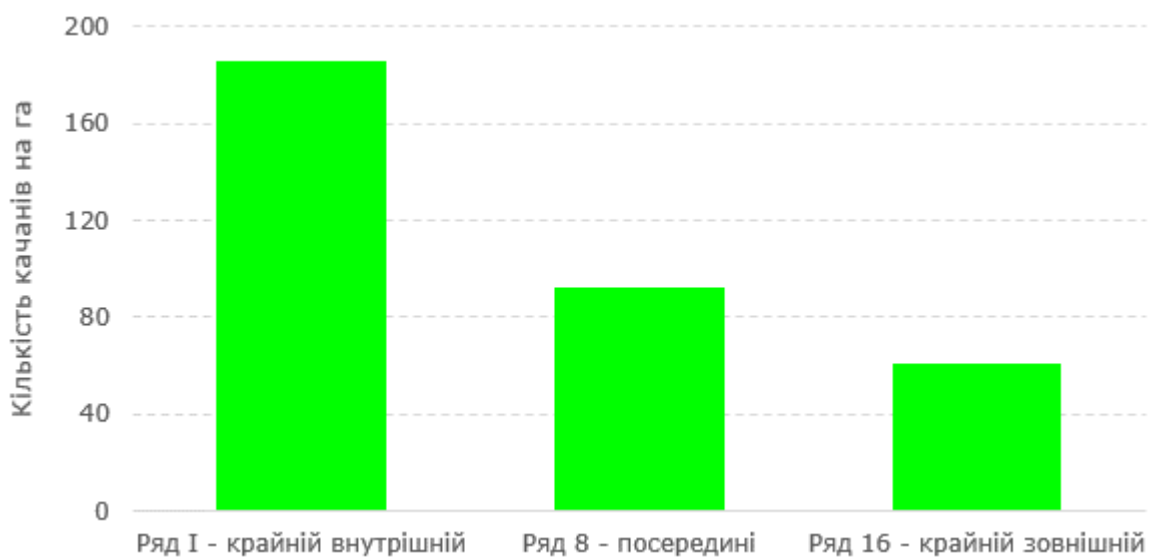


Рис. 14. Компенсацію на поворотах вимкнено: густота висіву

Результати польових досліджень наведено на рисунках 13-14. Завдяки незмінній нормі висіву відхилення склало лише $\pm 1\%$ від заданого значення густоти висіву. Коли ж компенсацію під час поворотів було вимкнено, густота висіву у внутрішньому ряду кривої (ряд 1) становила 182780 насінин/га, тобто 208% порівняно із заданою нормою. У зовнішньому ряду (ряд 16) висів

відбувався зі щільністю 59280 насінини/га, тобто на 33% менше від встановленої норми.

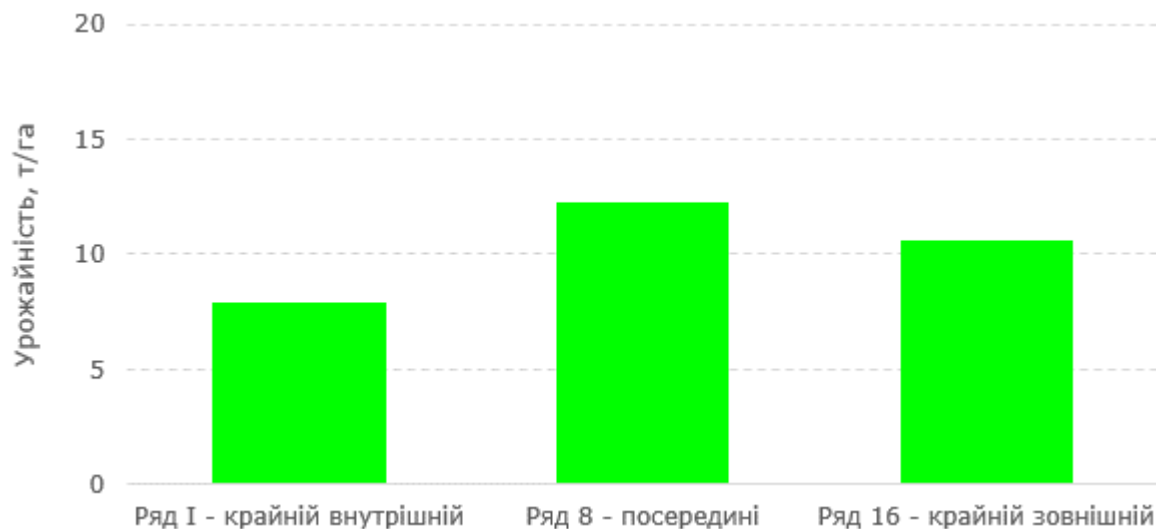


Рис. 15. Компенсацію на поворотах вимкнено: врожайність

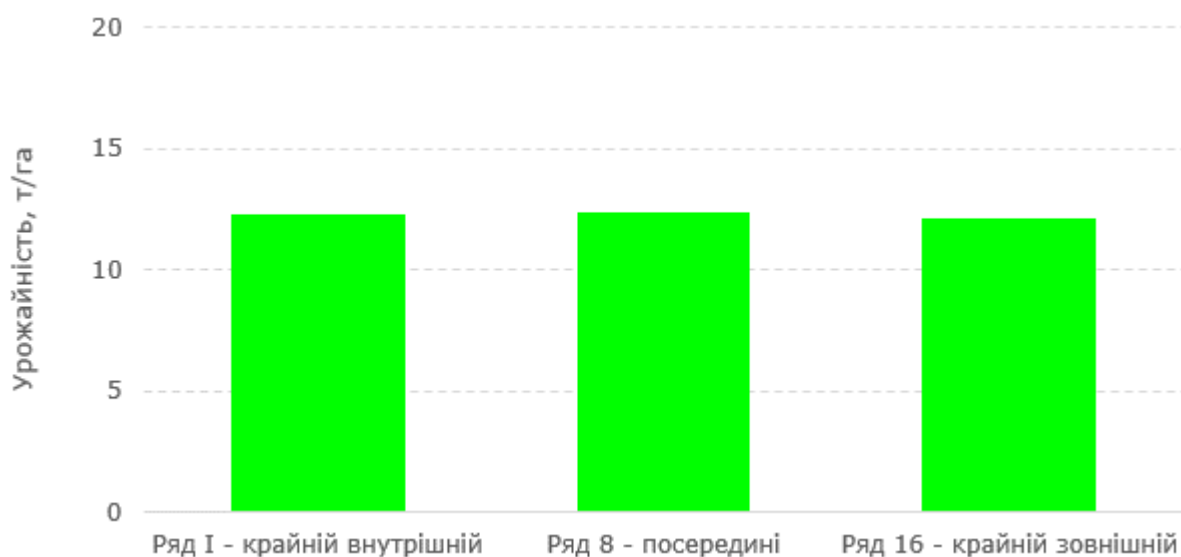


Рис. 16. Компенсацію на поворотах увімкнено: врожайність

На рисунках 15 і 16 показано графіки фактичної врожайності. З неї видно, що коли компенсацію відхилень від заданої норми висіву на поворотах було увімкнено, врожайність в різних рядах відрізнялась лише в межах 0,23т/га. І

навпаки, коли систему компенсації було вимкнено, втрати врожайності у внутрішньому рядку склали 4,29 т/га через загушення, а в зовнішньому – 1,64 т/га через недосів.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АГРЕГАТИВ ДЛЯ СІВБИ

Методика проведення досліджень ефективності використання посівних агрегатів

Обґрунтування норм виробітку і витрати палива на сільськогосподарські роботи

Продуктивність агрегату за зміну встановлюється за формулою:

$$W_{зм} = 0,1B_p V T_{ц} \tau_l \tau_i \tau_k \tau_r, \text{ га/год}, \quad (1)$$

де B_p – робоча ширина захвату машинного агрегату, *м*;

V_p – робоча швидкість руху машинного агрегату, *км/год*;

$T_{ц}$ – час робочих циклів машинного агрегату, *год*.

Час робочих циклів машинного агрегату знаходиться за формулою:

$$T_{ц} = T_{зм} - T_{тх} - T_{тхп} - T_{ун} - T_{то} - T_{пер} - T_{ор} - T_{м} - T_{цто} - T_{ін.п}, \text{ год}, \quad (2)$$

де $T_{зм}$ – час зміни, *год*;

$T_{тх}$ – технологічні зупинки, *год*;

$T_{тхп}$ – зупинки в зв'язку з порушенням технологічного процесу, *год*;

$T_{ун}$ – усунення несправностей і неполадок, *год*;

$T_{то}$ – технічне обслуговування агрегату в загінці, *год*;

$T_{пер}$ – переїзди на інші ділянки, *год*;

$T_{ор}$ – простої з організаційних причин, *год*;

$T_{м}$ – простої в зв'язку з непогодою або рососою, *год*;

$T_{цто}$ – технічне обслуговування агрегату до роботи, *год*;

$T_{ін. п.}$ – інші простої, *год*;

τ_l, τ_i, τ_k і τ_r – коефіцієнти, які враховують залежність норми виробітку від довжини гону, кута схилу (нахилу місцевості), питомого опору (класу) ґрунту і

глибини сівби.

Норми виробітку на виконання операцій сівби розраховують на 7-годинну зміну ($T_{зм} = 7\text{год}$). Нормативи витрат часу на решту складових (формула 2) визначаються з наявних норм, наведених в довідниках [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Розрахункові значення коефіцієнтів у формулі (1) описано аналітичними залежностями, отриманими у результаті довідкових та експериментальних даних.

На основі проведених досліджень апроксимовані залежності для визначення коефіцієнтів. Так, коефіцієнт, який враховує залежність норми виробітку від довжини гону, виражається залежністю:

$$\tau_l = 0,1283 \cdot l_n l - 0,0614, \quad (3)$$

де l – довжина гону, m ;

– коефіцієнт, який враховує залежність норми виробітку від питомого опору (класу) ґрунту:

$$\tau_k = -0,0458 \cdot k + 1,0825, \quad (4)$$

де k – клас ґрунту за питомим опором, kH/m^2 ;

де a – глибина сівби, cm ;

– коефіцієнт, який враховує залежність норми виробітку машинного агрегату від нахилу місцевості:

$$\tau_i = -0,0033 \cdot i^2 + 1, \quad (5)$$

де i – нахил місцевості, $град$.

Робота посівних агрегатів.

Норма виробітку машинного агрегату $W_{зм}$ обчислюється за формулою:

$$W_{зм} = \frac{V_{\delta} \cdot \gamma_{п} \phi_{\epsilon}}{U_{п}} \cdot \Pi_{ц}, \text{ га/зм}, \quad (6)$$

де V_{δ} – ємність бункера (технологічної ємності), m^3 ;

$\gamma_{п}$ – об'ємна маса продукції (матеріалу), t/m^3 ;

ϕ_ϵ – коефіцієнт заповнення (спорожнення) ємності (становить $\phi = 0,9$);

U_n – врожайність (норма висіву, внесення) продукції (технологічного матеріалу), $m/га$;

$n_{ц}$ – кількість циклів заповнення (спорожнення) технологічної ємності машини за зміну.

Кількість циклів (спорожнень чи наповнень) ємності за зміну визначається так:

$$n_{ц} = \frac{T_{ц}}{t_{ц}}, \quad (7)$$

де $T_{ц}$ – час робочих циклів, $хв$;

$t_{ц}$ – час циклу, $хв$.

Час робочих циклів машинного агрегату протягом зміни $T_{ц}$ визначається за формулою (2). Нормативи витрат часу на складові $T_{пз}$, $T_{обс.}$, T_o і T_v становить за даними досліджень.

Час одного циклу роботи машинного агрегату обчислюється за формулою:

$$t_{ц} = \frac{600 \cdot V_{\delta} \cdot \gamma_n \cdot \phi}{B_p V_p U_n} \cdot \tau_l \cdot \tau_i \cdot \tau_k + \frac{60 \cdot V_{\delta} \cdot \gamma_n \cdot \phi}{W_{гз}}, \quad \text{хв.} \quad (8)$$

За умови, що $\phi = 0,9$, маємо:

$$t_{ц} = \frac{540 V_{\delta} \cdot \gamma_n}{B_p V_p U_n} \tau_l \cdot \tau_i \cdot \tau_k + \frac{54 V_{\delta} \cdot \gamma_n \cdot \phi}{W_{гз}}, \quad \text{хв.} \quad (9)$$

де $W_{гз}$ – продуктивність завантажувача, $m/год$.

Витрата палива на одиницю виконаної роботи розраховуються за формулою:

$$Q = \frac{N_{ен} g_e k_3}{W_T}, \quad \text{кг/га}, \quad (10)$$

де $N_{ен}$ – номінальна потужність двигуна, $кВт$;

g_e – питома витрата палива двигуном, $кг/кВт \cdot год$;

k_3 – коефіцієнт завантаження двигуна;

W_r – продуктивність машинного агрегату за годину змінного часу, га, обчислюється з виразу:

$$W_r = \frac{W_{3M}}{T_{3M}}, \text{ га/год}, \quad (11)$$

де T_{3M} – час зміни, год.

Коефіцієнт завантаження двигуна залежно від групи доріг знаходиться в таких межах: I – 0,25–0,28; II – 0,29–0,32; III – 0,33–0,38.

Оцінку роботи машинних агрегатів проводимо за показниками прямих експлуатаційних витрат, затрат робочого часу, витрати палива на гектар посіву, тощо. Одним з основних критеріїв економічної ефективності механізованого вирощування та збирання сільськогосподарських культур є собівартість. Вона включає в себе прямі експлуатаційні витрати, вартість витрачених матеріалів (насіння, добрива, пестициди тощо) та витрати на управління виробництвом.

Прямі експлуатаційні затрати коштів на одиницю виконаної роботи розраховують на кожній окремій операції для кожного з можливих машинних агрегатів.

Прямі експлуатаційні затрати на одиницю виконаної агрегатом роботи визначають за формулою:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4, \text{ грн/га}, \quad (12)$$

де C_1 — оплата праці обслуговуючого агрегат персоналу, грн/га;

C_2 — вартість витрачених паливо-мастільних матеріалів, грн/га;

C_3 — відрахування на амортизацію енергетичного засобу і посівних машин-зрядь, що входять до складу машинного агрегату, грн/га;

C_4 — відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування, грн/га.

Оплата праці персоналу, що обслуговує певний агрегат, становить:

$$C_1 = \frac{m_1\Pi_1+m_2\Pi_2+\dots+m_6\Pi_6}{W_{3M}}, \text{ грн/га, (т, т·км)} \quad (13)$$

де m_1, m_2, \dots, m_6 — кількість робітників, які обслуговують агрегат окремо за кожною кваліфікацією (розрядом);

$\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_6$ — оплата праці за норму виробітку робітника кожної кваліфікації, грн.

Вартість паливо-мастильних матеріалів визначають за формулою:

$$C_2 = C_k \cdot Q, \text{ грн/га,} \quad (14)$$

де C_k — комплексна ціна одного кілограма палива, грн.

Відрахування на амортизацію машин в агрегаті визначають за формулою:

$$C_3 = \sum \frac{B_i \cdot n_i \cdot a_i}{100 \cdot W_T \cdot t_i}, \text{ грн/га,} \quad (15)$$

де B_i — балансова вартість i -ої машини в агрегаті, грн;

a_i — норма відрахувань на амортизацію i -ої машини в агрегаті, %;

n_i — кількість i -их машин в агрегаті;

W_T — продуктивність агрегата за годину змінного часу, га;

t_i — нормативне річне завантаження i -ої машини в агрегаті, год.

Відрахування на поточний ремонт та технічне обслуговування визначають за формулою:

$$C_3 = \sum \frac{B_i \cdot n_i \cdot p_i}{100 \cdot W_T \cdot t_i}, \text{ грн/га,} \quad (16)$$

З метою організації розрахунків ефективності експлуатації посівних агрегатів з урахуванням умов використано алгоритм і розраховано (Рис. 17).

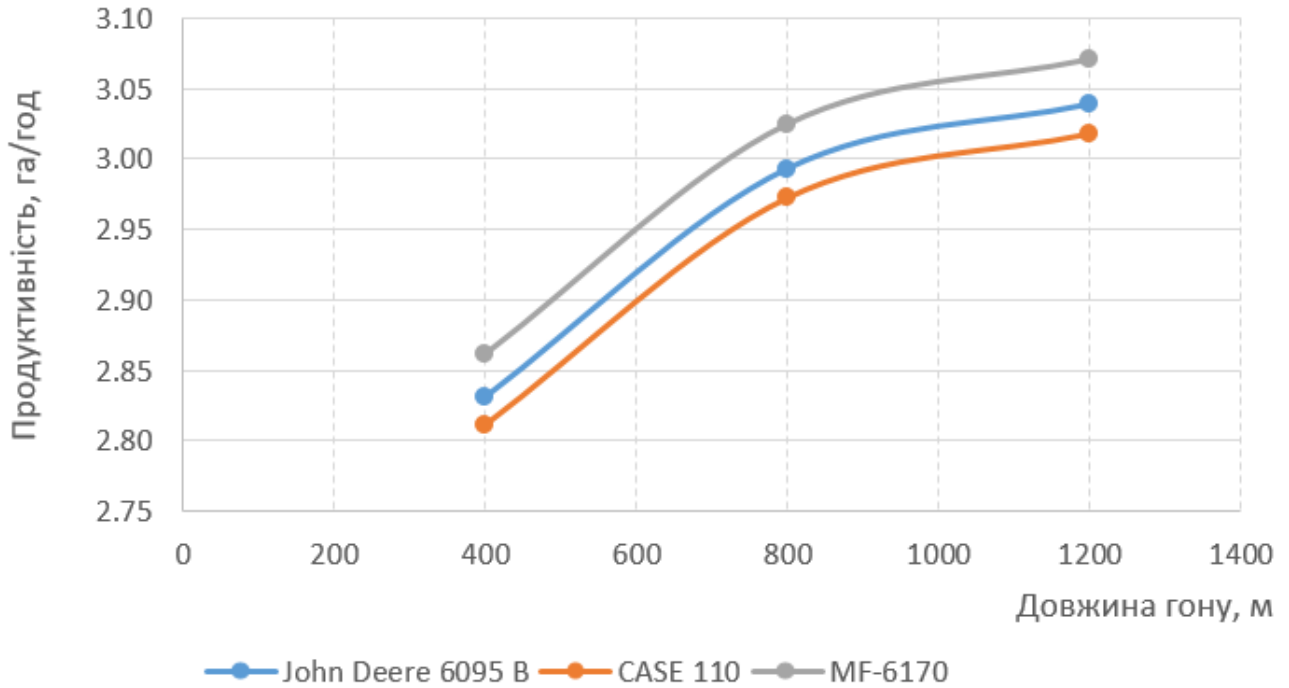


Рис. 17. Залежність продуктивності і довжини гону посівних агрегатів.

Аналізом Рис. 17 встановлено, що найнижчу продуктивність має агрегат у складі CASE ІН 110 + Kinze 2000, найбільшу – агрегат John Deere 6095В + Kinze 2000. Різниця у продуктивності складає 7,3%.

Встановлено, при зростанні довжини гону зростає продуктивність. При зростанні гону з 400 м до 800 м зростання – 5,6%, при зростанні від 800 м до 1200 м – 1,9%.

На підставі проведеного аналізу можна зробити наступний висновок, що довжина гону має вплив на продуктивність роботи, а особливо на зміні від 400 до 800 м.

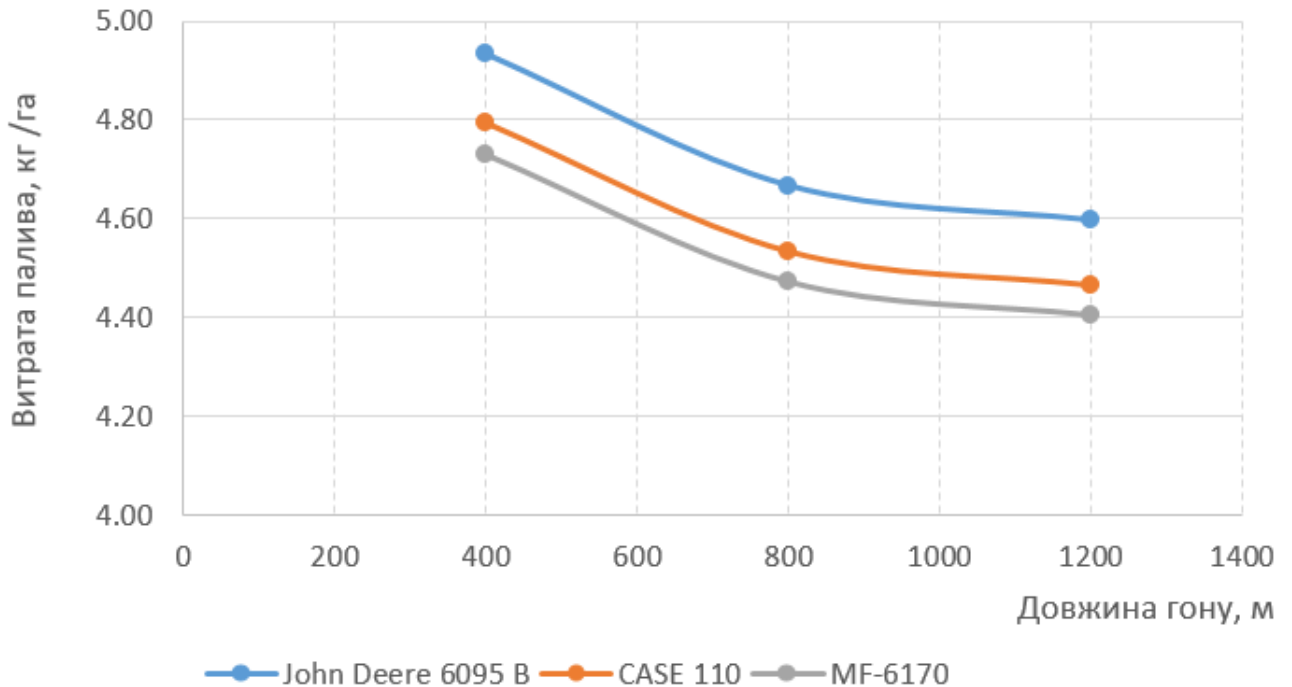


Рис. 18. Залежність витрати палива і довжини гону різних посівних агрегатів

Аналізом Рис. 18 встановлено, що найнижчу витрату палива має посівний агрегат у складі Massey Ferguson 6170 + Kinze 2000, найбільшу – John Deere 6095B + Kinze 2000. Різниця у витраті складає 4,6%.

Доведено, що при зростанні довжини гону, зменшується витрата. При зростанні довжини гону з 400 м до 800 м зменшується на 5,8%, при зростанні від 800 м до 1200 м – 1,7%.

На підставі проведеного аналізу можна зробити наступний висновок, що довжина гону має вплив на витрату пального, а особливо на зміні від 400 до 800м.

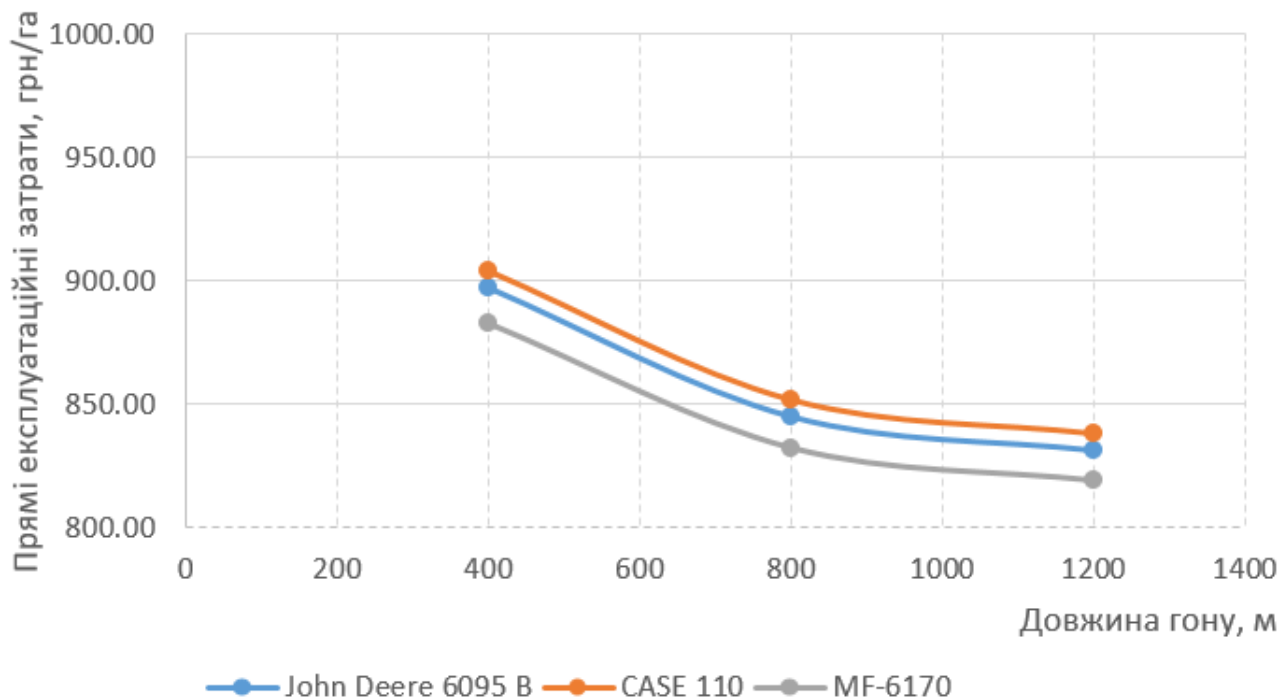


Рис. 19. Аналіз експлуатаційних затрат в залежності від довжини гону для різних посівних агрегатів.

Аналізом Рис. 19 виявлено, що найнижчі затрати має посівний агрегат у складі Massey Ferguson 6170 + Kinze 2000, найбільшу – агрегат CASE ІН 110 + Kinze 2000. Різниця складає 1,5%.

Доведено, що при зростанні довжини гону, затрати знижуються. Так, при зростанні довжини гону з 400 м до 800 м – 6,4%, при зростанні від 800 м до 1200 м – 1,9%.

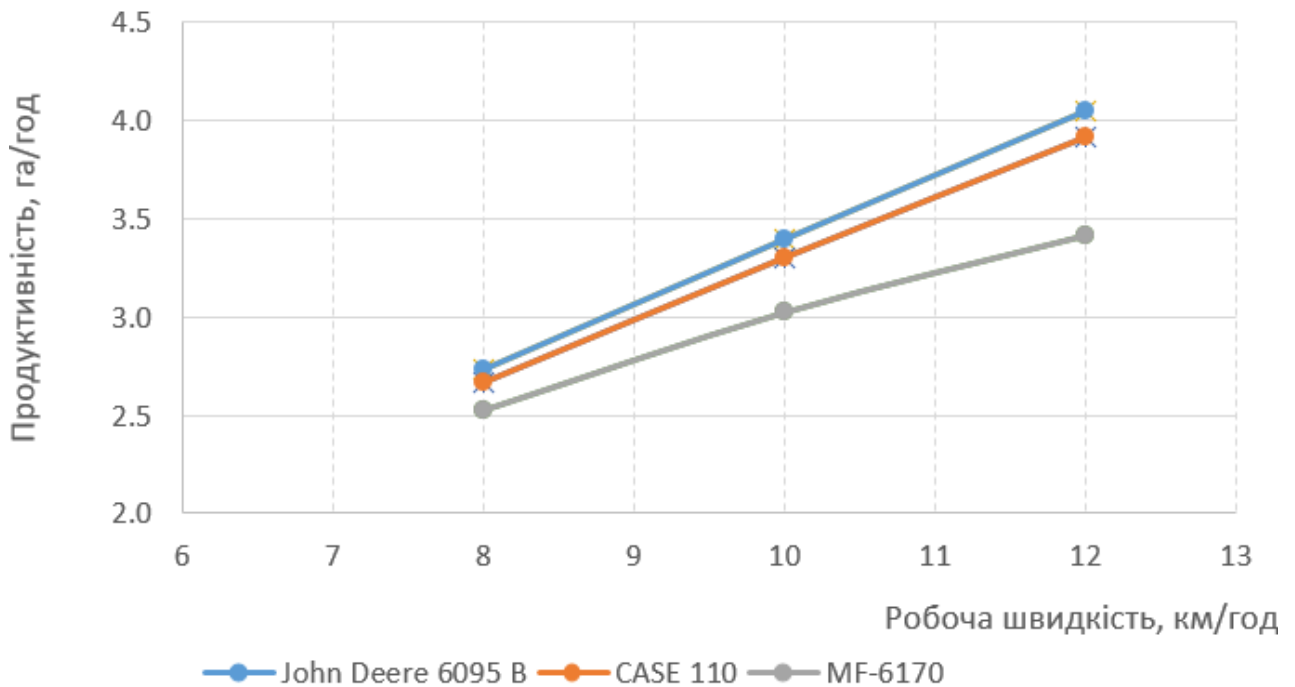


Рис. 20. Аналіз кількості виконаної роботи залежно від швидкості руху різних посівних машин.

Аналізом Рис. 20 виявлено, що найвищу продуктивність має посівний агрегат у складі John Deere 6095B + Kinze 2000, найменшу – агрегат CASE ІН 110 + Kinze 2000. Різниця складає 7,9%

Доведено, що при зростанні швидкості, продуктивність га/год збільшується. При зростанні швидкості від 8 до 10 км/год 19,9%, при зростанні швидкості від 10 до 12 км/год – 18%. На підставі аналізу встановлено, що швидкість має суттєвий вплив на кількість посіяних гектарів, особливо від 8 до 10 км/год.

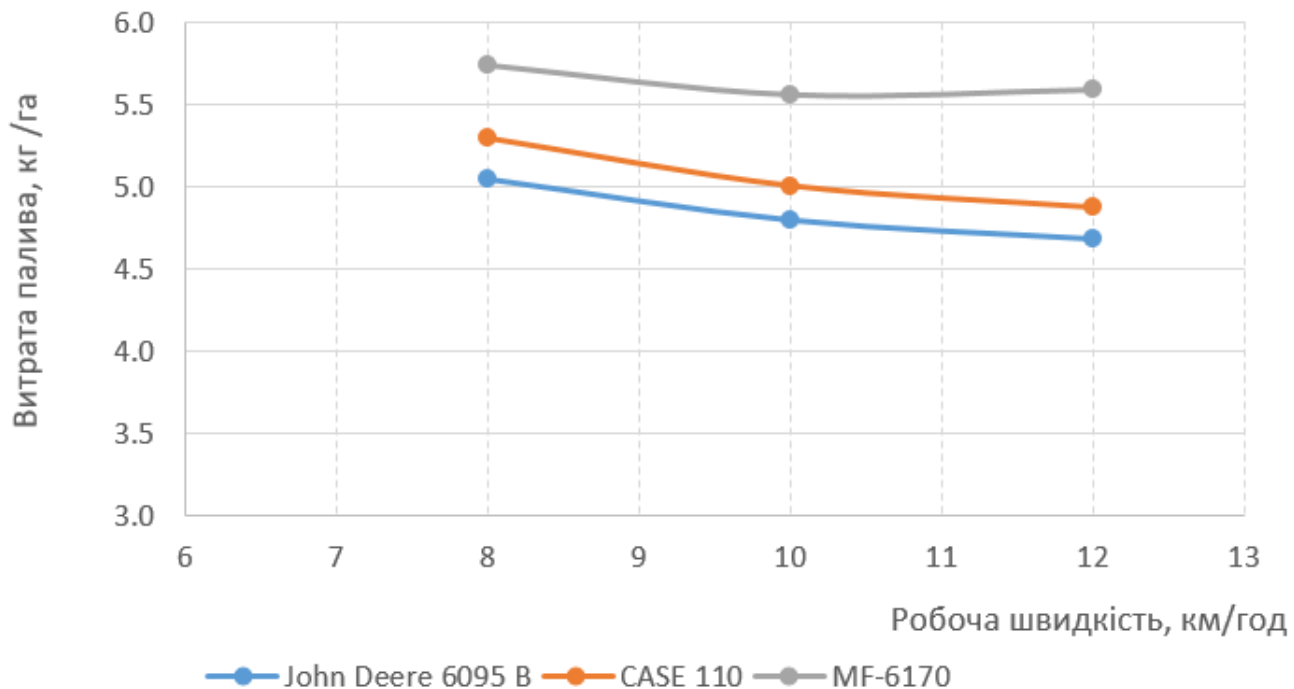


Рис. 21. Залежність кількості витраченого палива від швидкості руху машинного агрегату.

Аналізом Рис. 21 встановлено, що найнижча витрата має посівний агрегат у складі John Deere 6095B + Kinze 2000, найвищу – агрегат Massey Ferguson 6170 + Kinze 2000.

Доведено, що при зростанні швидкості, витрата зменшується. При збільшенні швидкості з 8 до 10 км/год на 20,1%, при збільшенні швидкості від 10 до 12 км – 18%.

Можна зробити висновок, що найнижча витрата припадає на швидкість від 10 до 12 км/год.

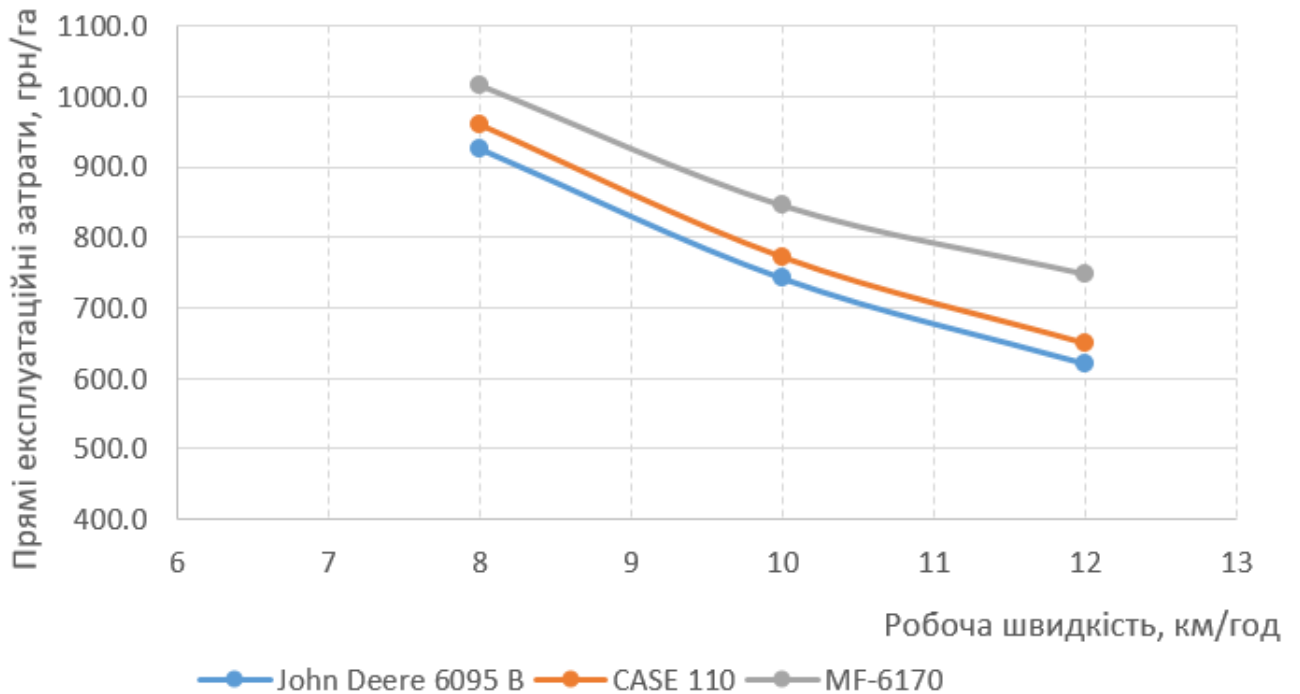


Рис. 22. Аналіз експлуатаційних затрат при різній швидкості машинних агрегатів.

Аналізом Рис. 22 виявлено, що найнижчі затрати у посівного агрегат у складі John Deere 6095B + Kinze 2000, найбільшу – агрегат Massey Ferguson 6170 + Kinze 2000. Різниця складає 9,9%.

Доведено, що при зростанні швидкості затрати зменшуються. При робочій швидкості з 8 до 10 км/год – 27,5%, при збільшенні швидкості від 10 км до 12 – 18,9%.

ОХОРОНА ПРАЦІ

Загальна конфігурація

1.1. При проведенні сівби слід враховувати наступні виробничі фактори:

- мобільний блок та його колеса;
- висока температура і вологість;
- пил у повітрі.

1.2. Дозволено приступати до роботи:

- особам, які досягли 18 років;
- вони повинні мати дозвіл на роботу за результатами медичного огляду;
- пройшли перший вступний інструктаж з охорони праці та мінімального протипожежного захисту, надалі повторний інструктаж з охорони праці.

1.3. Працівники забезпечені взуттям та спецодягом.

1.4. Перед початком сезону робочі органи повинні бути повністю відремонтовані, перевірені на експлуатаційну готовність та укомплектовані.

Конкретні:

- перевірити правильність складання агрегатів машини;
- відрегулювати положення заготовок для отримання потрібного кута нахилу;
- перевірте глибину посіву та обточування швів.

1.5. Частина машини та інше обладнання слід перевіряти раз на рік і перед роботою під робочим тиском, а також перевіряти гідравлічно. Результати випробування заносяться до паспорта досліджуваного предмета.

1.6. До трактора кріпиться машина, маркування якої вказано в паспорті виробника.

1.7. Трактор повинен бути готовий до роботи.

1.8. Посів на великих площах повинна проводитися механічно.

1.9. Під час роботи з посівним трактором або невеликим трактором, якщо робочі органи стикаються з камінням, корінням та іншими твердими предметами, посівну машину необхідно вивести з робочого положення або двигун трактора, що виконує обгін, зупинений.

1.12. Під час посіву сторонні особи не повинні знаходитися ближче 15 м від робочого місця.

1.13. Посівне обладнання після зупинки машини необхідно очищати спеціальним обладнанням.

ВИСНОВКИ

1. Аналізом встановлено, що механічне забезпечення дотримання норми висіву просапних культур забезпечує 138 деталей. По-перше, всі ці дітали потребують обслуговування, ремонту та періодичної заміни. Це витрати часу та великі затрати часу. По-друге, даний механізм забезпечує висів тільки за умови прямолінійного руху.

2. Завдяки незмінній нормі висіву відхилення складо лише $\pm 1\%$ від заданого значення густоти висіву. Коли ж компенсацію під час поворотів було вимкнено, густина висіву у внутрішньому ряду кривої (ряд 1) становила 182780 насінин/га, тобто 208% порівняно із заданою нормою. У зовнішньому ряду (ряд 16) висів відбувався зі щільністю 59280 насінини/га, тобто на 33% менше від встановленої норми.

3. За результатами проведених досліджень встановлено, що коли компенсацію відхилень від заданої норми висіву на поворотах було увімкнено, врожайність в різних рядах відрізнялась лише в межах 0,23т/га. І навпаки, коли систему компенсації було вимкнено, втрати врожайності у внутрішньому рядку склали 4,29 т/га через загушення, а в зовнішньому – 1,64 т/га через недосів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Броварець О. О. Дистанційне керування технологічними операціями роботизованих систем у точному землеробстві. Механізація та електрифікація с.г. Глеваха, 2008. Вип. 92. С. 530–535. 45. 2. Надикто В. GPS – навігатор на сівбі просапних. The Ukrainian Farmer. 2010. № 3. С. 94–95.
3. Аніскевич Л. В. Системи керування нормами внесення матеріалів в технологіях точного землеробства: Автореф. дис... д-ра техн. наук: 05. 05. 11 / Національний аграрний ун-т. К., 2005. 36 с.
4. Алієв Е.Б., Яропуд В.М. Техніко–технологічне забезпечення прецизійної сепарації насінневого матеріалу соняшника. Вібрації в техніці та технологіях. 2019. №1 (92). С. 40–47.
5. Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Поліщук М.П. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник. Вінниця: ФОП Рогальська І.О. 2015. 448 с.
6. Стаднік М. І. Оптимізація функціональної структури системи автоматизації однорідних об'єктів. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2016. № 3. С. 62–65. 7.
7. Видмиш А.А., Возняк О.М., Замрій М.А. Розробка способу визначення максимально досяжного коефіцієнта підсилення (передачі) KmS. Вібрації в техніці та технологіях. 2020. № 3(98). С. 25-31. 8.
8. Середа Л.П., Труханська О.О., Швець Л.В. Розробка і дослідження ґрунтообробної машини для технології strip-till з активними фрезерними робочими органами. Вібрації в техніці та технологіях. 2019. №4(95). С. 65-71.
9. Compensation for Seed Population Variability in Maize Planting by J. Liu et al. (2019) in the Journal of Agricultural Engineering.
10. Seeding Rate Optimization Using Machine Learning and GIS by Y. Wang et al. (2020) in the Journal of Precision Agriculture.

11. Seeding Rate Adjustment for Compensating for Seedbed Variability by S. K. Kaur et al. (2017) in the Journal of Agricultural Science and Technology.
12. Optimizing Seeding Rate and Plant Population for Maize Production by M. S. Shah et al. (2018) in the Journal of Crop Science.

ДОДАТКИ