

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: «Дослідження ефективності технологічного процесу вирощування озимої пшениці з використанням систем точного землеробства»

Виконав:

(підпис)

Черняєв О.В.
(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

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Черняєва Олександра Васильовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Дослідження ефективності технологічного процесу вирощування озимої пшениці з використанням систем точного землеробства,

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

_____ **Черняєв О.В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ **Зубко В.М.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота складається зі вступу, 6 розділів, висновку та списку використаних джерел, у тому числі 36 ресурсів. Робота містить 56 друкованих текстів, у тому числі 14 рисунків та 3 таблиці малюнків. Метою нашої магістерської роботи є підвищення ефективності використання комплексів машин при механізованому процесі вирощування озимої пшениці шляхом визначення заходів щодо зниження втрат врожаю і зменшення витрат коштів.

Згідно з поставленими цілями роботи в основному виконуються наступні завдання:

- провести аналіз сучасних механізованих технологій вирощування озимої пшениці за критерієм „мінімум приведених витрат”;
- дослідити експлуатаційні характеристики машинних агрегатів для вирощування озимої пшениці лабораторно-польовими та аналітичними методами;
- визначити раціональні обсяги вирощування озимої пшениці для сучасних господарств;
- визначити перспективні комплекси машин для вирощування озимої пшениці.

Об'єкт дослідження – механізовані технологічні процеси вирощування озимої пшениці, зв'язок процесів з комплексами машин.

Предмет дослідження – підвищення ефективності механізованого технологічного процесу вирощування озимої пшениці.

При написанні роботи були використані наступні методи досліджень: розробки об'єктів підмножин системи технологічного процесу обробітку ґрунту, математичної логіки, лабораторно-польових випробувань, аналітичних досліджень машино-тракторних агрегатів з використанням програми «Машинний агрегат».

Ключові слова: трактор, агромашина, машинний агрегат, комплекс машин, якість механізованих технологічних операцій, техніко-економічні показники.

ЗМІТ

	Стр.
1. Завдання	1
2. Реферат	3
3. Зміст	5
4. Вступ	6
5. Стан питання і задачі дослідження	8
6. Аналіз досліджень по темі роботи	13
7. Програма і методика проведення досліджень	15
8. Результати проведених досліджень	23
9. Техніко-економічна оцінка ефективності використання ґрунтооб- робних машинних агрегатів	33
10. Охорона праці	43
11. Висновки	45
11. Список використаних джерел	47
12. Додатки	52

ВСТУП

У сучасних умовах озима пшениця вирощується та збирається за різними технологіями, з різною врожайністю та широким асортиментом поставок на ринок.

Для сільськогосподарського машинобудування актуальною є проблема оптимізації машинного комплексу.

При моделюванні машинного комплексу не враховувалися дата початку мобільних технічних операцій, дата внесення змін до їх виконання та вплив цих факторів на кінцеву продукцію та питання забезпечення якості робіт механізації. Дослідження навантаження машинних комплексів урожаєм озимої пшениці не проводились.

Існуючі методи моделювання раціональних комплексів машин не повною мірою відповідають сучасним умовам землеробства з урахуванням сучасних технологій вирощування та збирання озимої пшениці, перевірки режимів роботи машинних агрегатів та їх ефективного використання.

Тому підвищення ефективності використання механічних комплексів є актуальним науково-прикладним завданням розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні.

У технології вирощування сільськогосподарських культур особливе місце займає механізація технологічних процесів.

Л.В.Погорілий, В.С.Крамаров, І.Ю.Натанзон, Е.А.Фінн, М.К. Хабатова Р.Ш., Савченко М.З., Мельника І.І., та ін., поглиблено досліджували проблему складання агрегатів машин для формування раціональних машинних комплексів і машинно-тракторних парків.

Дослідженнями групи науковців під керівництвом Мельника І.І. встановлено, що проблеми вирощування сільськогосподарських культур пов'язані з не-

достатнім технічним забезпеченням сучасних механічних комплексів та порушенням технічних процедур. Однією з вирішальних умов підвищення врожайності сільськогосподарських культур є використання спеціалізованих комплексів сільськогосподарської техніки для якісного виконання всіх робіт в оптимальний агротехнічний період. Інтенсивність виробництва є запорукою прибутковості у вирощуванні сільськогосподарських культур.

СТАН ПИТАННЯ І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Основний обробіток ґрунту.

Основний обробіток ґрунту повинен забезпечити водоутримання, видалення бур'янів, підготовку посівного ложа. За результатами досліджень вчених під керівництвом Бурякова Ю.П. (Буряков Ю.П., Гайдаш В.Д.) загальноприйняте основне землеробство області велося з використанням інтенсивних технологій вирощування пшениці.

Під час основного обробітку ґрунту особливу увагу слід приділяти рівності підготовленої до сівби поверхні поля, оскільки внаслідок нерівностей може впасти врожай до 20%. Це пов'язано з тим, що глибина посіву нерівномірна і є ризик «літаючих тарілок». Крім того, робота комбайна також ускладнюється на нерівних полях. Зазвичай у лісостепових районах України основний обробіток починають з обкорювання стерні на глибину 6-8 см, яке проводять одразу після збирання попередньої культури. Лушення призведе до того, що насіння, скинуте попередником, проросте і згодом знищиться. Така агротехніка може знизити витрати на використання гербіцидів.

Використовуйте дискові луцильники ЛДГ-10А, ЛДГ-15А та ЛДГ-20 або дискові борони БД-10, БДТ-3, БДТ-7, John Deere 630, Massey Ferguson 248, Massey Ferguson 244. Луцильник плуг КПЕ-5, КПШ-9, ОПТ-3,5, ППЛ-10-25. Лушення покращує повітряний режим у ґрунті та знищує патогени. Замість лушення просапної культури відразу після оранки її орють.

Напередодні основного обробітку ґрунту вносять фосфорні та калійні мінеральні добрива, а навесні підживлюють азотними добривами.

Далі, через 10-12 днів після лушення, проводять оранку на глибину 20-22 см. Велику роль в урожайності насіння відіграють строки оранки. Згідно з дослідженнями, проведеними у Швейцарії, урожайність озимої пшениці зростає, якщо

збільшити проміжок часу між сівбою та обробітком ґрунту. Оптимальний проміжок часу між оранкою і посівом – 3-4 тижні.

Оскільки на полі велика прополка, то основним прийомом є перегортання ґрунту, тобто глибина обробітку дисками 10 см і оранки 20-22 см.

Основний обробіток необхідно провести за 3-4 тижні до посіву, щоб ґрунт осів.

Ефективність таких методів боротьби з бур'янами, як луцення, дисковий обробіток, підгортання та коткування полягає в стимулюванні сходів.

Основна обробка повинна забезпечити міцне посівне ложе насінню, що досягається своєчасним виконанням різноманітних технічних операцій.

Передпосівний обробіток ґрунту і сівба

Метою обробітку перед посадкою є створення доброї комкової структури та ущільнення ґрунту. Надалі це забезпечить достатнє зволоження насіння.

Передпосівну обробку найкраще проводити шарнірними агрокатерами вітчизняного виробництва – РВК-3, РВК-5,4 [2], АПБ-6, КА-АП-6 та КОМБІ-3900, АГ-3 та АГ-6, РВК. -3,6, VPN-5,6, а за кордоном - Evropak B622 (Klas), Kompaktor (Lemken), K600PS (Farmet, Чехія) РВК-3.

Після роботи з ґрунтом вона не повинна бути запиленою, так як в цьому випадку є загроза утворення ґрунтової кірки після дощу.

Якщо ґрунт, у який висівається культура, занадто пухкий, його необхідно ущільнити до і після посіву. Цей агротехнічний захід забезпечить підвищену схожість насіння.

Посів повинен створити основу для ефективного використання потенційної продуктивності насіння пшениці в існуючих умовах (умовах вирощування). Тер-

мін посіву істотно впливає на його зимостійкість і, відповідно, на кінцевий урожай. Пізня посадка не дає встигнути зміцніти рослинам до початку заморозків. Пізня сівба озимої пшениці призводить не тільки до зниження врожаю, а й до вимерзання рослин

Під час сівби необхідно залишати технічні колії для проходу машинного агрегату (МА) при догляді за культурою.

Озиму пшеницю можна сіяти різними сівалками: СЗТ-3,6, СЗУ-3,6, СЗ-3,6, СЗЛ-3,6 з додатковими налаштуваннями та частковими модифікаціями. Свої можливості вже довели сівалки «Містраль-6000» та «J», «Клен» від Квернеленд Акорд [16, 68, 100]. За словами Гайдаша В.Д., найкраще використовувати сівалку з анкерним сошником.

Догляд за посівами.

Догляд за посівами повинен включати заходи, спрямовані на поліпшення умов зимівлі рослин і боротьбу зі шкідниками, бур'янами та хворобами.

Догляд за посівом озимої пшениці починається з коткування ґрунту за посівом, що дає можливість запобігти прорідженню посівів. Коткування, за А.О.Виговським, В.М., Якубовським С.В., необхідно проводити за відсутності вологи у верхніх шарах ґрунту.

Крижана кірка, що утворюється, негативно впливає на ріст озимої пшениці і її необхідно знищити за допомогою кільцевого преса. Боронують, якщо восени з'являється кірка на посівах. Деякі господарства колишньої Німецької Демократичної Республіки розпочали боронування восени та навесні, що стимулювало збільшення виробництва озимої пшениці на 10-15%.

Агротехнічні заходи боротьби з бур'янами в посівах озимої пшениці включають чергування культур у сівозміні, основний, початковий обробіток і догляд

за посівами. Застосування в догляді за посівами замість засобів захисту посівів механізованого обробітку прискорить ріст озимої пшениці.

Боротьбу з бур'янами починають зі знищення попередніх посівів гербіцидами суцільної дії. Залежно від вартості засобу захисту рослин гербіциди обирають з огляду на те, наскільки збільшиться врожайність. Обприскування проводять за допомогою обприскувачів Нітро, Апач, Баргам, ОМ-630-2, ОПШ-15-01, ОПШ-2000-21,6, ОПШ-200-21,6-02, МЗУ-320. Причіпний штанговий обприскувач ОПШ-2000-21,6 випускається зі змінною шириною захвату до 15 і 21,6 м і оснащений мішалкою, розпилювачем, насосом і пінним маркером для приготування розчинів. Зарубіжна техніка захисту рослин здебільшого використовує обприскувачі Hardy та John Deere. За даними бельгійської компанії Melroe Europe, самохідні обприскувачі Spra-Coupe 3440, Spra-Coupe 3640 та Spra-Coupe 3430 успішно довели свою ефективність у прогнозуванні використання препаратів ґрунту після посіву та до появи сходів. Зарослий. Нехтування восени боротьбою з бур'янами може призвести до зниження врожаю на 25-40%. Влітку посіви пошкоджуються незначно, тому навесні та влітку посіви достатньо обробляти гербіцидами відповідно до стану бур'янів на полі.

Зволікання з обробкою посівів хімічними розчинами знижує захист посівів 4 рази.

Дослідження, проведені в колишній Німецькій Демократичній Республіці, показали, що при використанні гербіцидів, якщо рослини проросли і не потрібно культивувати, гербіциди можна застосовувати перед посівом, через 1 день після посіву та коли виростуть 4 листки.

Весняне підживлення необхідне для отримання високого врожаю. Результати досліджень Буряк Ю.П. Показано, що азотні добрива краще вносити навесні в три етапи: перший - після заморозків (норма 20-30%), другий - через 2-3 тижні (40-50%), третій - після заморозків 2-3 тижні (10-20%).

Збирання.

Пшеницю озиму збирають прямим і окремим збиранням. В Україні та країнах Європи пріоритет віддається прямому збору. За результатами досліджень В.М. Польового та Бряка Ю.П. Відмінними показниками зарекомендували себе комбайни «Славутич», «Дон-1500Б», «Сампо», «Бізон», «Джон Дір».

Через неправильне визначення технічних умов експлуатації збільшуються втрати зерна під час збирання. Безпосереднє збирання пшениці починають при вологості насіння 12-14%.

Перед початком збирання уважно перевірте герметичність жатки та усуньте несправності, якщо вони виявлені.

Під час збирання велику увагу необхідно приділяти зібраній частині, на яку припадає понад 90% загальних втрат.

Низька врожайність пшениці в Україні зумовлена порушеннями агротехніки, хворобами рослин та шкідниками, і може досягати 30-60%.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ПО ТЕМІ РОБОТИ

Дослідження питань використання техніки при вирощуванні та збиранні пшениці озимої показує, що основною проблемою є неефективне використання більшості сільськогосподарської техніки. Тому дуже актуальним є визначення проблем складання механічного комплексу та його використання в структурі загального механічного парку.

Обґрунтована кількість посіву озимої пшениці характеризується коефіцієнтом комплексного використання техніки для забезпечення ефективного використання техніки (коефіцієнт комплексного використання техніки повинен бути не менше 0,7). Для кожної зони є «свій» машинний комплекс, який при збільшенні обсягів посіву озимої пшениці може доповнювати певні машини та транспортні засоби або повністю змінювати свій склад. Інтенсивний розвиток сільськогосподарського машинобудування приніс із собою широкий вибір нових і вдосконалених існуючих машин, а також абсолютно нових, більш продуктивних і економічно ефективних машин.

Сидорчук О.В. висвітлив інженерні аспекти розвитку аграрного виробництва. Теоретичною основою їх вирішення є теорія системотехніки, яка передбачає виконання певних процедур. На відміну від традиційних методів дослідження, ці процедури вважаються такими, що проводять дослідження в безперервному зв'язку.

У науковій роботі В.І. Пастухова запропоновано новий метод доведення оптимального машинного комплексу, мета якого полягала в розробці набору критеріїв ефективності функціонування машинного комплексу та прийнятті найкращого рішення в невизначених умовах. метод оптимального прийняття комплексних рішень з урахуванням статистичної адекватності реалізації імітаційного моделювання процесів. Такий підхід дає змогу розробити методику визначення

складу машинних комплексів з мінімальними ресурсозатратами, що забезпечують максимальне використання біологічного потенціалу заводу та зниження негативних впливів на навколишнє середовище.

У роботах Діденко М.К., Мельника І.І., Гречкосія В.Д. розроблено математичну модель, яка дозволяє оптимізувати роботу комплексу машин і механічних агрегатів трактора під час конкретного технологічного процесу (залежно від посівної площі). Під керівництвом професора Мельника І.І. розроблено та впроваджено у виробничий та навчальний процеси підхід «Комплексне машиновикористання», який забезпечує комплексне вирішення складових уречевлених машинних комплексів та конструктивних проблем машинно-тракторних парків.

Модуль «Комплексне машиновикористання» складається з шести підпрограм: FMU, FORAG, TAU, PRIMA, STROKY, GSMSS, які разом дозволяють продемонструвати раціональний склад машинних осередків, машинних комплексів і машинно-тракторних парків. Цей метод враховує велику кількість факторів, що впливають на правдоподібність раціонального машинного комплексу, і більш адаптований до сучасних умов, ніж інші методи. Водночас виявлено, що підхід «Комплексне машиновикористання» не враховує питання переміщення дати початку виконання технічних операцій, розширення (скорочення) терміну їх виконання та визначення технічних операцій при моделюванні комплексу машин. Показники якості виконання технічних операцій та їх вплив на кінцевий урожай.

ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження ефективності використання машинних 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.

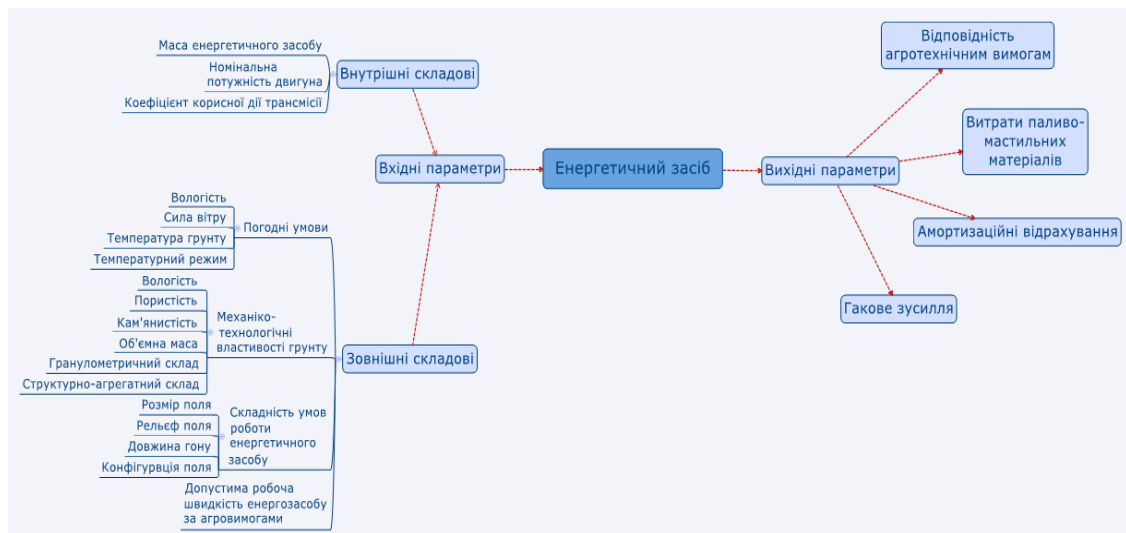


Рис. 1. Схема аналізу ефективності експлуатації енергозасобу

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		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 (r/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 агровимогом.									
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.4

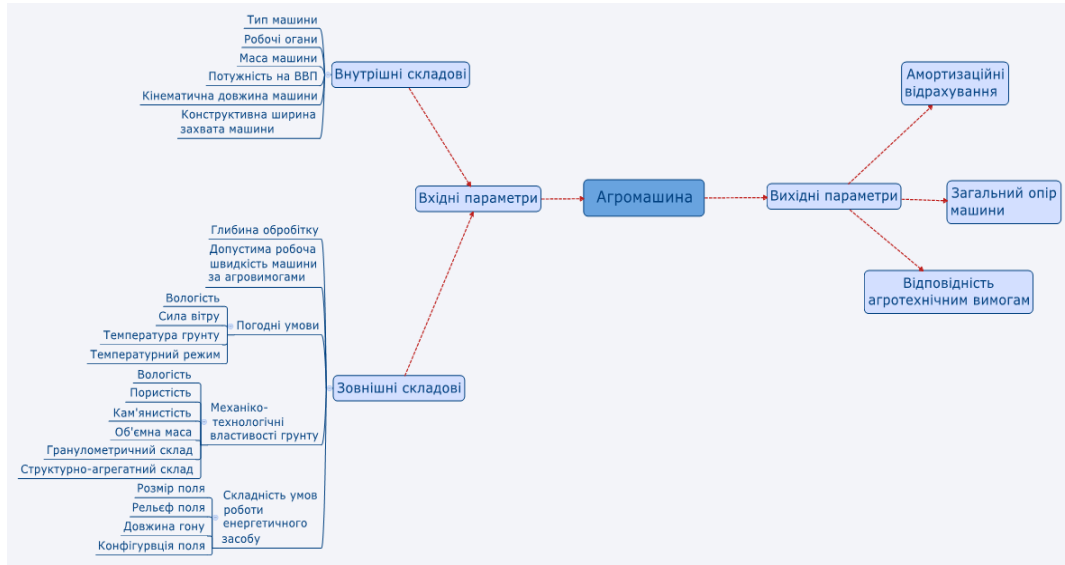


Рис. 3. Схема аналізу ефективності експлуатації аграрних машин.

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

АА2	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	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16										
2	ПТК-9-35	1	1	3.20	10	0.0	2.80	4175	240	1	0	7.5	0.92	0.98											Плуг лемшний (до трактора класу 5)	
3	ПНТК-10-35	365	1	3.50	10	0.0	3.00	7702	480	2	0	7.7	0.92	0.98												Плуг лемшний 10 корпус (до тр. кл 6)
4	ПТК-6/7-40	7	1	2.80	9	0.0	1.50	3737	240	1	0	7.0	0.92	0.98												Плуг лемшний 6-корпусний
5	ПНП-6-40	2	1	3.20	10	0.0	2.15	4100	240	1	0	7.0	0.92	0.98												Плуг лемшний 3-корпусний
6	ПНН-10-35Д	537	1	3.50	10	0.0	2.80	5628	240	2	0	7.5	0.92	0.98												Плуг лемшний (до трактора Джон Дір) Шепелівка
7	МФ 720	374	1	2.70	10	0.0	1.60	15000	300	3	0	6.5	0.98	0.98												Плуг лемшний 6-ти корпусний (Великобританія)
8																										
9																										
10																										4 - Максимальна ширина захвату для машин типу 1,2,3,4,9,10,11,12 м, Вантажопідйомність (т) для машин типу 6,7,8;
11																										Продуктивність, т/год, для машин типу 5;
12																										5 - Максимальна робоча швидкість, км/год, Ширина захвату для машин типу 6, м, Максимальна пропусна здатність для машин типу 11,12 клас.
13																										6 - Потужність на ВВП,кВт(питома потужність для типу машин 9 і 12 кВт/кг*с);
14																										7 - Експлуатаційна маса, т;
15																										8 - Балансова вартість, ум. од.;
16																										9 - Нормативне річне авантаження, год.
17																										10 - Система ТОР (визначас ресурс сільськогосподарської машини до 1-го ремонту
18																										1 - стара система, 2 - нова система, 3 - система для іноземної техніки)
19																										11 - Кількість обслуговуючого персоналу;
20																										12 - Кінематична довжина машини, м;
21																										13 - Коефіцієнт надійності машини;
22																										14 - Коефіцієнт забезпечення агрономом.
23																										
24																										
25																										
26																										
27																										
28																										

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	Скорочена	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

	Результат роботи						Коефіцієнт оптимізації власних витрат
	1	2	3	4	5	6	
Мінеральні добрива	1.00	1.09	1.20	1.33	1.53	1.80	X
Трактористи-машинисти	65.63	71.54	78.76	88.60	101.73	118.13	1.29
На ручних роботах з зарплатності	59.02	64.33	70.82	79.67	91.48	106.23	1.16
На ручних роботах з розвантажч.	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	1.23

3. Довідник цін

	вантажи	для легкових та спеціальних		
Базові планові показники	цены	цена за Тонн	цена за Тонн	цена за Тонн
Планова собирательность агрегату	грн	т-км	км	год
СНАУ		0.80	1.19	21.21
Планова собирательность 1 умел га (без прямой оплаты праці ПММ)	грн	32.51	1.00	
СНАУ				

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)			

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 машинних агрегатів. Всі результати складаються з технічних та технологічних результатів, які були визначені особливостями конструкції кожного агрегату, агротехнічними вимогами, та умовами проведення механізованих технологічних операцій. (Рис. 7). На основі результатів розрахунку формується результат досліджень.



Рис. 7. Схема формування результатів досліджень машинних агрегатів 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).

The screenshot shows a spreadsheet application window with the following data:

№	А	В	С	Д	Е	Г	Н	І	К	Л	М	О	Р	Q	R
1	Склад одного машинного агрегату														
2	Енергетичний засіб	Тип	Рдоп	N	а	G	C	t	Кл	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	Агрощина	Тип	В	V		G	C	t	n	Кд	Кн	Кя			
5	ППН-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	Питомий опір ґрунту, кН/м ²			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

Енергетичний засіб				Агромашина				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 перекочування, 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 перекочування, кН		5.34	Загальний опір агрегату, кН		33.52	Потужність на перекочування, 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 машинного 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	Витрата палива, кг/га		25.25		
31	Робоча довжина гону, м		1179.06	Час, витрачений на ТО агромашини, 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				Енергозасіб				Надійність			
39	Склад МА	Продуктивність, га/год	Затрати праці, люд-год/га	Витрата палива, кг/га	Прямі експлуатаційні затрати	Час роботи машини на рік, год	1600	Час роботи машини на рік, год	239		
40						Час на відновлення в рік, год	400	Час на відновлення в рік, год	5		
41						Кількість відмов на рік	133	Кількість відмов на рік	2		
42						Наробіток на вивозу, год	15	Наробіток на вивозу, год	150		
43	ХТЗ-150-05	0.90	1.11	25.25	925.41	Періодичність проведення ТО, год	14	Періодичність проведення ТО, год	147		
44	ПВН-5-35										
45											

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

РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Класична технологія включає технічні операції, як показано на малюнку 10.

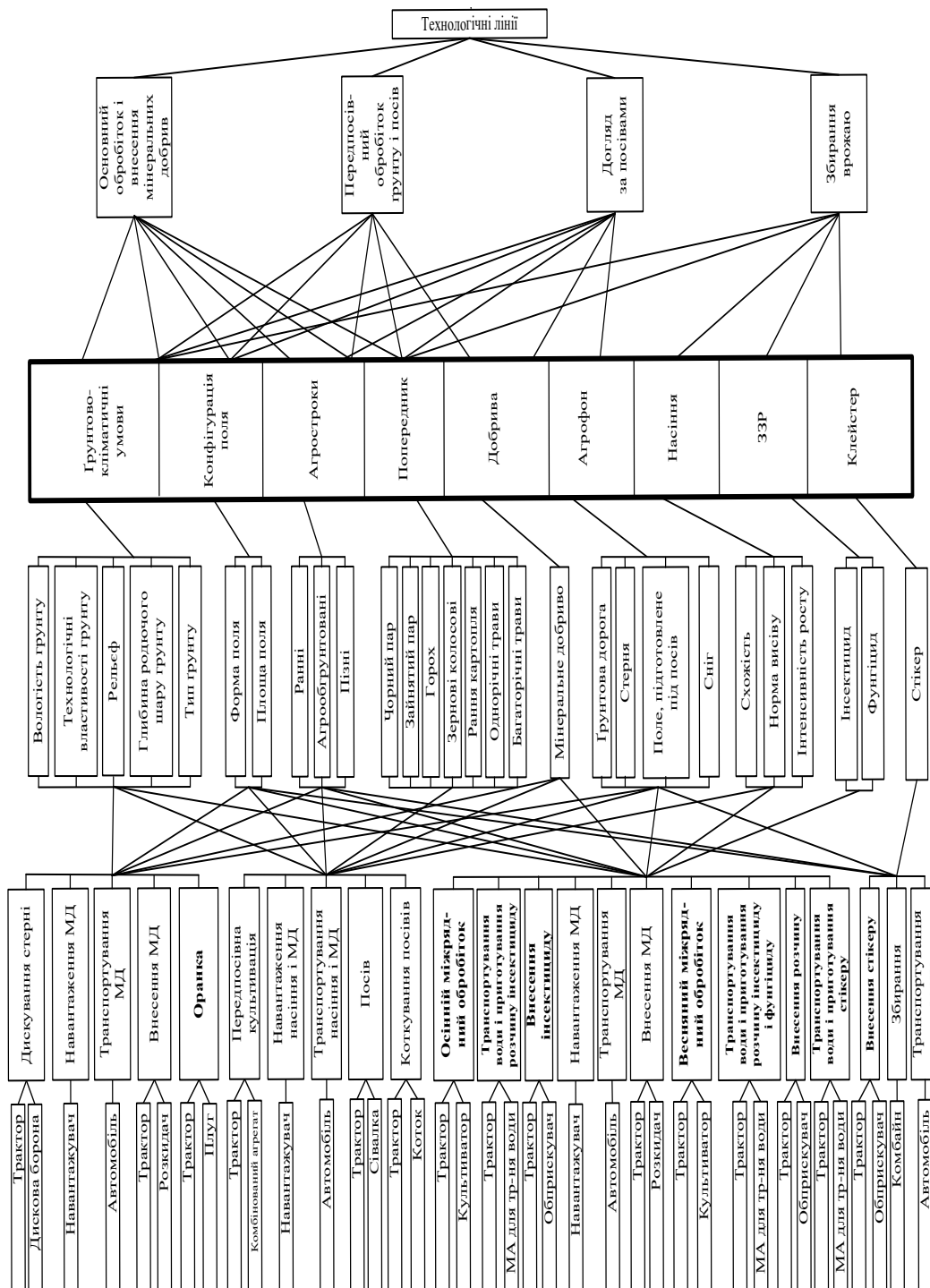


Рис. 10. Блок-схема класичної технологія вирощування та збирання озимої пшениці

Досліджено процес вирощування та збирання озимої пшениці за класичною технологією на площі посіву від 50 до 700 га.

Нині якість механізованих технічних операцій порівнянна з собівартістю та ефективністю використання машин, оскільки недотримання агротехнічних вимог може призвести до загибелі врожаю. Таким чином, під час сертифікації сільськогосподарської виробничої техніки повинні бути гарантовані сільськогосподарські вимоги при виконанні технічних операцій. Отже, критеріями для проведення аналізу є «показники відповідності машини для потреб сільського господарства» та «показники якості роботи, що виконується машинним комплексом».

Раціональний синтез класичних технічних машин.

Аналіз класичної технології проведено за критеріями прямих експлуатаційних витрат з урахуванням коефіцієнта використання машинного комплексу та показників якості роботи.

За отриманими результатами побудовано: гістограми зміни коефіцієнта використання машинного комплексу (Рис. 11) та таблиці комплексів технологій і собівартості вирощування озимої пшениці (табл. 1).

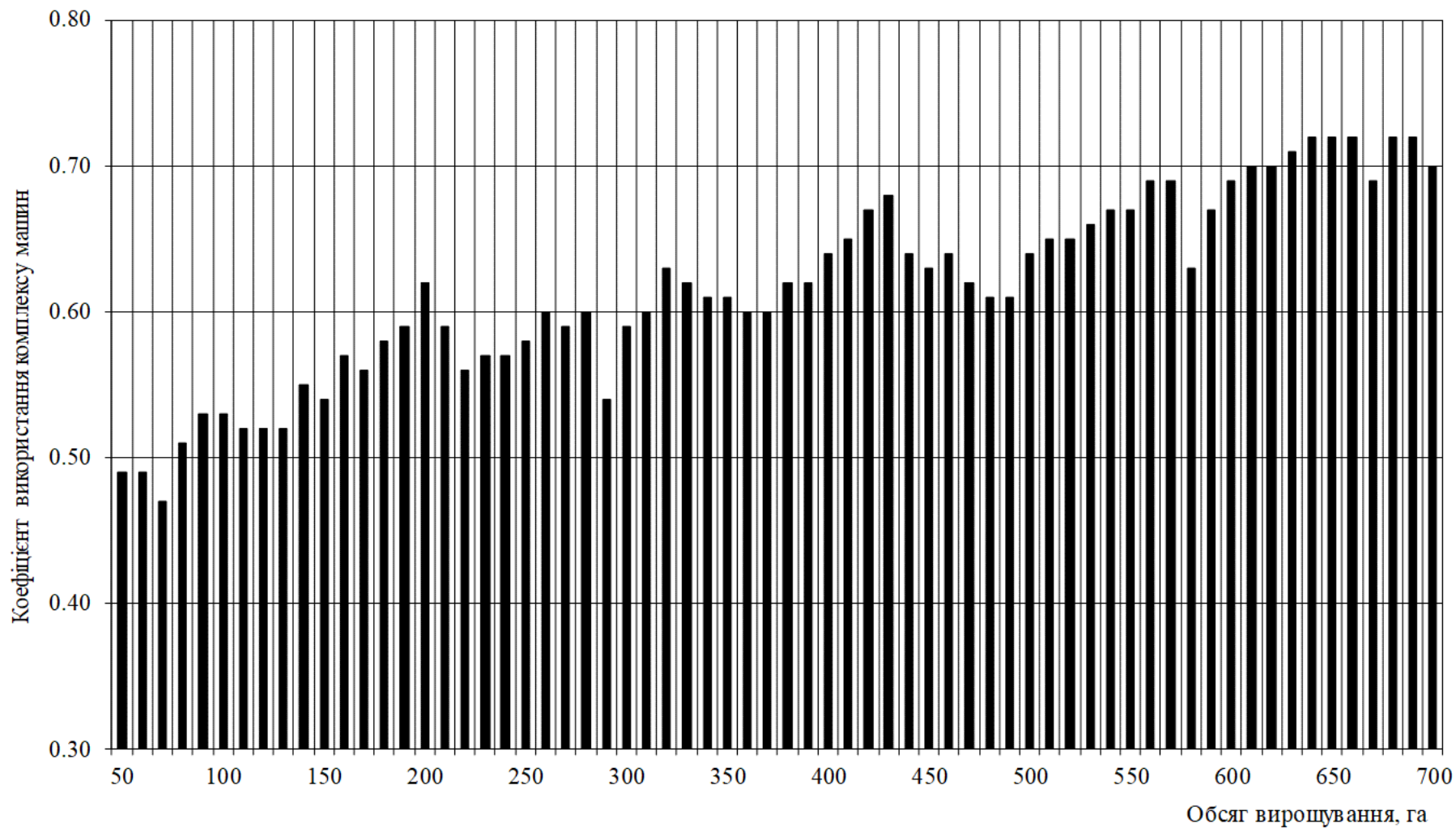


Рис. 11. графік залежності між коефіцієнтом використання комплексу машин та площі посіву озимої пшениці

Таблиця 1

Комплекси машин при вирощуванні озимої пшениці за класичної технології

Трактори, автомобілі та агромашини	Обсяг вирощування озимої пшениці, га																																						
	50	100	110	120	140	150	170	180	190	200	220	240	280	290	300	320	330	350	360	370	400	410	430	440	450	460	470	500	540	550	560	580	600	640	650	660	680	700	
Енергетичні машини																																							
ЮМЗ-6АКЛ	5	5	5	5	4	4	6	7	7	7	8	8	6	6	6	6	7	7	11	11	11	8	8	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11	
Massey Ferguson 8470	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6
ГАЗ-3309-35	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IVECO AT 440 S 35	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	
Claas Tucano 450	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	7
Агромашини																																							
ЛДГ-5А	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	
МВД-0,5	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	
МЖТ-Ф-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
УСМК-5,4-01	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	
КРНВ 5,6-02	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	
ПСО 5/0,8Д	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
DP 9-8	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6
Клен-4,5	1	1	1	1	-	-	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Accord D	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ОП 2000-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
КЗК-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4

Трактори, автомобілі та агромашини	Обсяг вирощування озимої пшениці, га																																								
	50	100	110	120	140	150	170	180	190	200	220	240	280	290	300	320	330	350	360	370	400	410	430	440	450	460	470	500	540	550	560	580	600	640	650	660	680	700			
Агромашини																																									
К600PS	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	
Коефіцієнт використання комплексу машин	0.49	0.53	0.52	0.52	0.55	0.54	0.56	0.58	0.59	0.62	0.56	0.57	0.60	0.54	0.59	0.63	0.62	0.61	0.60	0.60	0.64	0.65	0.68	0.64	0.63	0.64	0.62	0.64	0.67	0.67	0.69	0.63	0.69	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.70
Показник якості робіт	0.873	0.887	0.887	0.887	0.892	0.892	0.887	0.887	0.887	0.887	0.887	0.892	0.892	0.892	0.892	0.892	0.892	0.887	0.887	0.887	0.892	0.892	0.892	0.892	0.892	0.892	0.892	0.892	0.892	0.892	0.892	0.892	0.892	0.892	0.892	0.892	0.892	0.892	0.892	0.892	0.892

Аналізуючи дані таблиці. 1. встановлено, що при збільшенні площі посіву озимої пшениці з 50 га до 700 га змінюється комплекс не тільки кількісно, а й структурно. Аналізуючи ці зміни, виявлено, що коли площа збільшується, складність машини доповнюється технологією або транспортними одиницями порівняно з попередніми. Також є структурні зміни в складі машин на площах 130-140, 160-170, 270-280, 350-360 і 400-410 га.

Коли посівні площі пшениці збільшилися з 50 до 100 га, автомобіль ГАЗ-3309-35 не можна було використовувати через низьку продуктивність. Збільшення площі потребує більшого транспортного об'єму мінеральних добрив, тому кількість машинних комплексів, що відповідає площі 50 га, складається з вантажівки Iveco AT 440 S 35 та агрегату для підживлення пшениці МВД 0,5. Коли площа посіву пшениці досягне 100 га, саме такий комплекс техніки стає актуальним.

При збільшенні площі до 110 га машинний комплекс поповниться культиватором КРНВ-5,6-0,2.

При збільшенні площі до 120 га чисельність КМ поповнилася одним комбайном Claas Tucano 450, оскільки попередня кількість комбайнів не могла забезпечити збір урожаю озимої пшениці відповідно до встановлених агрономічних вимог.

Збільшення посівних площ озимої пшениці призводить не лише до кількісних, а й до структурних змін КМ. Посівна площа сягає 140 га, додана техніка – трактор Massey Ferguson 8470 та плуг DP 9-8. Крім того, відбулися конструктивні зміни, а саме: в агрегатах, оснащених К600PS, починає використовуватися сівалка Accord D замість Клен-4,5. Бачимо, що КМ збільшився на сівалку «Accord D», та зменшився на трактор ЮМЗ-6АКЛ та сівалку «Клен-4,5».

При збільшенні площі до 150 га КМ доповниться машинним агрегатом для живлення посівів пшениці МВД-0,5.

Коли площа досягла 170 га, КМ було реорганізовано, а саме: порівняно з попереднім, комплексом доповнився двома сівалками Клен-4,5, двома тракторами ЮМЗ-6АКЛ, зменшено одну сівалку Accord D та один агрегат К600РС.

При збільшенні площі до 180 га комплекс поповниться культиватором УСМК-5,4-01. У зв'язку з цим, порівняно з попереднім комплексом, до кількісного складу цього комплексу додано один трактор ЮМЗ-6АКЛ.

Зростання посівних площ озимої пшениці призвело до збільшення обсягів перевезень, тому при збільшенні посівної площі до 190 га до оригінального механічного комплексу додався автомобіль Iveco 440 S 35.

При збільшенні площі до 200 га до комплексу додається агрегат для внесення мінеральних добрив МВД-0,5.

Після того, як посівні площі досягли 220 га, техніку та обладнання поповнили трактором ЮМЗ-6АКЛ, культиватором КРНВ-5,6-0,2 та катком КЗК-6.

Зростання до 240 гектарів приводить до поповнення зернозбиральним комбайном Claas Tucano 450.

Комплекс машин для 280 га змінився як чисельно, так і конструктивно. При досягненні цього обсягу посіву використання двох сівалок Accord D в комплекті з двома агрегатами К600РС буде ефективнішим, ніж дві Клен-4,5. Крім того, до машинного комплексу площею 280 га додано трактор Massey Ferguson 8470, плуг DP 9-8 та автомобіль Iveco AT 440 S 35, що зменшило кількість тракторів на два ЮМЗ-6АКЛ.

При збільшенні площі до 290 га до КМ додають апарат для внесення мінеральних добрив – МВД-0,5, а при збільшенні площі до 300 га – луцильник ЛДГ-5А та обприскувач для захисту рослин ОП-2000-2.

При збільшенні площі посіву озимої пшениці до 320 га кількість машин збільшують на один агрегат для міжрядної обробки КРНВ-5,6-0,2. При зростанні площі до 330 га – додається культиватор УСМК 5,4-0,1 і трактор ЮМЗ-6 АКЛ

Збільшення до 350 га призводить до зростання на 1 зернозбиральний комбайн Claas Tucano 450.

Після охоплення площі 360 га комплекс було реорганізовано, а саме: в порівнянні з попереднім комплексом додано три сівалки Клен-4,5, чотири трактори ЮМЗ-6АКЛ, один УСМК-5,4-01 на заміну двох сівалок Accord D та два агрегатів К600PS.

Збільшення площі до 370 га потребувало підвищення складності техніки на автомобіль Iveco AT 440 S 35.

Коли площа збільшилася до 400 га, комплекс збільшився на культиватор УСМК-5,4-01.

При збільшенні площі до 410 га комплекс також змінився кількісно та конструктивно. При досягненні такого обсягу посіву ефективніше було б використувати 3 сівалки Accord. D замість 3 Клен-4,5 в агрегаті з 3 агрегатами К600PS. Крім того, до комплексу техніки площею 410 га додано трактор Massey Ferguson 8470 і плуг DP 9-8, а також зменшено на три трактори ЮМЗ-6АКЛ.

При збільшенні площі посіву до 430 га до складу машинокомплексу додають культиватор КРНВ-5,6-0,2, а при збільшенні площі посіву до 440 га — коток КЗК-6.

Площа була збільшена до 450 га і характеризувалася доповненням комплексу одним трактором ЮМЗ-6АКЛ та одним ЛДГ-5А.

Площа комплексу становить 460 га, для цього необхідно додати автомобіль Iveco AT 440 S 35, а в разі збільшення до 470 га – зернозбиральний комбайн Claas Tucano 450.

При збільшенні площі посіву озимої пшениці до 500 га кількість механізованого обладнання збільшують на одну одиницю МВД-0,5 При збільшенні площі посіву озимої пшениці до 540 га додають одну КРНВ-5,6-0,2.

При досягненні площі 550 гектарів комплекс збільшують трактором ЮМЗ-6АКЛ, Massey Ferguson 8470 та плугом DP 9-8. Площа посіву озимої пшениці займає 560 га, до складу машинного комплексу входять вантажівка Iveco AT 440 S 35, культиватор УСМК-5,4-01, сівалка Accord D та агрегат К600PS.

Збільшення площі до 580 га потребує збільшення машинного складу за рахунок додавання комбайна Claas Tucano 450 при 600 га та додавання ЛДГ-5А і МВД-0,5 при 640 га - на КРНВ-5,6-0,2.

На території площею 650 гектарів парк доповнюється автомобілем Iveco AT 440 S 35.

При подальшому вивченні кількісного складу комплексу встановлено, що при подальшому збільшенні обсягів посівів визначено, що при обсягах посівів 660 га буде додано один трактор ЮМЗ-6АКЛ та один каток КЗК-6. Попередній кількісний склад машинного комплексу площею 680 га – трактор Massey Ferguson 8470, плуг DP 9-8 та культиватор УСМК-5,4-01.

Збільшення площі до 700 га характеризується додаванням зернозбирального комбайна Claas Tucano 450 та агрегату МВД-0,5.

За результатами дослідження отримано криву врожайності озимої пшениці U, яка враховує втрати при зміні тривалості операцій основних механізованих технологій залежно від обсягу посіву за класичною технологією (Рис. 12). Описується наступним рівнянням:

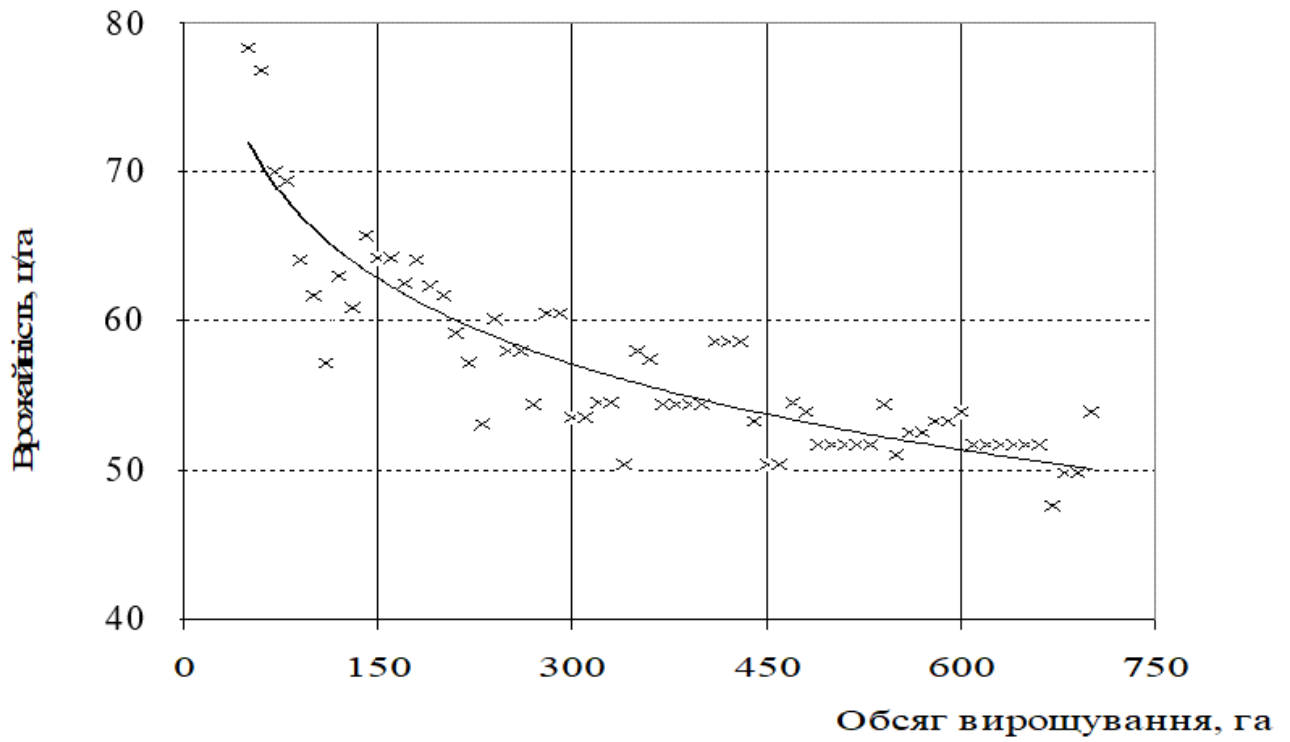


Рис. 12. Зміни врожайності озимої пшениці від обсягів вирощування при класичній технології

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИННИХ АГРЕГАТІВ

Для проведення аналізу залежності техніко-експлуатаційних показників машинних агрегатів та автомобілів від ґрунтово-кліматичних умов та умов господарства були задіяні сучасні трактори, сільськогосподарські машини та автомобілі, що використовуються під час вирощування та збирання озимого ріпаку.

З метою наблизити розрахунки до реальних умов використовувалися дані по зоні Лісостепу України, для якої характерні довжина гону 800 м, відстань переїздів у межах господарства 5 км та відстань переїздів за межами господарства 20 км, врожайність озимого ріпаку в межах 30 ц/га.

Для більш детального аналізу техніко-експлуатаційних показників машинних агрегатів, залежно від технологічних та транспортних операцій, були проведені дослідження при довжині гону 400, 800 і 1200 м. Відстань перевезень у межах господарства 5, 10 і 15 км, відстань перевезень за межі господарства становила 20, 30 і 40 км.

При аналізі залежності продуктивності та витрати палива на гектар встановлено, що площа поля не впливає на дані техніко-експлуатаційні показники, тому в подальших розрахунках площа є сталою величиною, що дорівнює 100 га.

При дослідженні техніко-експлуатаційних показників підтверджено, що тенденції до зростання продуктивності та зменшення витрат палива при збільшенні довжини гону для машинних агрегатів та автомобілів, які досліджуються, мають один і той самий характер.

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*;

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

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

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

$T_{ін. п.}$ – інші простой, *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.

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:

$$W_{зм} = \frac{V_\delta \cdot \gamma_n \phi_\epsilon}{U_n} \cdot n_{ц}, \text{ га/зм}, \quad (6)$$

де V_δ – ємність бункера (технологічної ємності), m^3 ;

γ_n – 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), $t/га$;

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

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

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

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

$t_{\text{ц}}$ – час циклу, *хв*.

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

Час одного циклу роботи машинного агрегату обчислюється за формулою:

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

За умови, що $\phi = 0,9$, маємо:

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

де $W_{\text{гз}}$ – продуктивність завантажувача, *т/год*.

Витрата палива на одиницю виконаної роботи розраховуються за формулою:

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

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

g_e – питома витрата палива двигуном, *кг/кВт · год*;

k_3 – коефіцієнт завантаження двигуна;

$W_{\text{г}}$ – продуктивність машинного агрегату за годину змінного часу, *га*, обчислюється з виразу:

$$W_{\text{г}} = \frac{W_{\text{зм}}}{T_{\text{зм}}}, \text{ га/год,} \quad (11)$$

де $T_{\text{зм}}$ – 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-мастильних матеріалів, грн/га;

C_3 — відрахування на амортизацію енергетичного засобу і посівних машин-знарядь, 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:

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

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.

За великої кількості рослинних рештків після попередника на полі необхідно проводити замість луцення стерні дискування на глибину 15 см.

Зміна таких техніко-експлуатаційних показників машинного агрегату Massey Ferguson 6700S +БДВ-6, як “продуктивність” та “витрати палива” за виконання дискування при різній довжині гону показана в табл. 1.

**Техніко-експлуатаційні показники
машинного агрегату Massey Ferguson 6700S+БДВ-6**

Довжина гону, м	Продуктивність, га/год	Витрати палива, кг/га	Прямі експлуатаційні витрати, грн/га
400	3,55	5,43	91,77
800	4,34	4,00	72,17
1200	4,97	2,94	59,27

При зміні довжини гону (табл. 1) з 800 м до 400 м продуктивність має тенденцію до зниження на 18,2%, а витрати палива та собівартість виконання дискування збільшуються на 26,3% та 21,4% відповідно. Збільшення довжини гону з 800 м до 1200 м впливає на підвищення продуктивності на 12,7%, зменшення витрат палива та витрат на виконання технологічної операції на 26,5% та 17,9% відповідно.

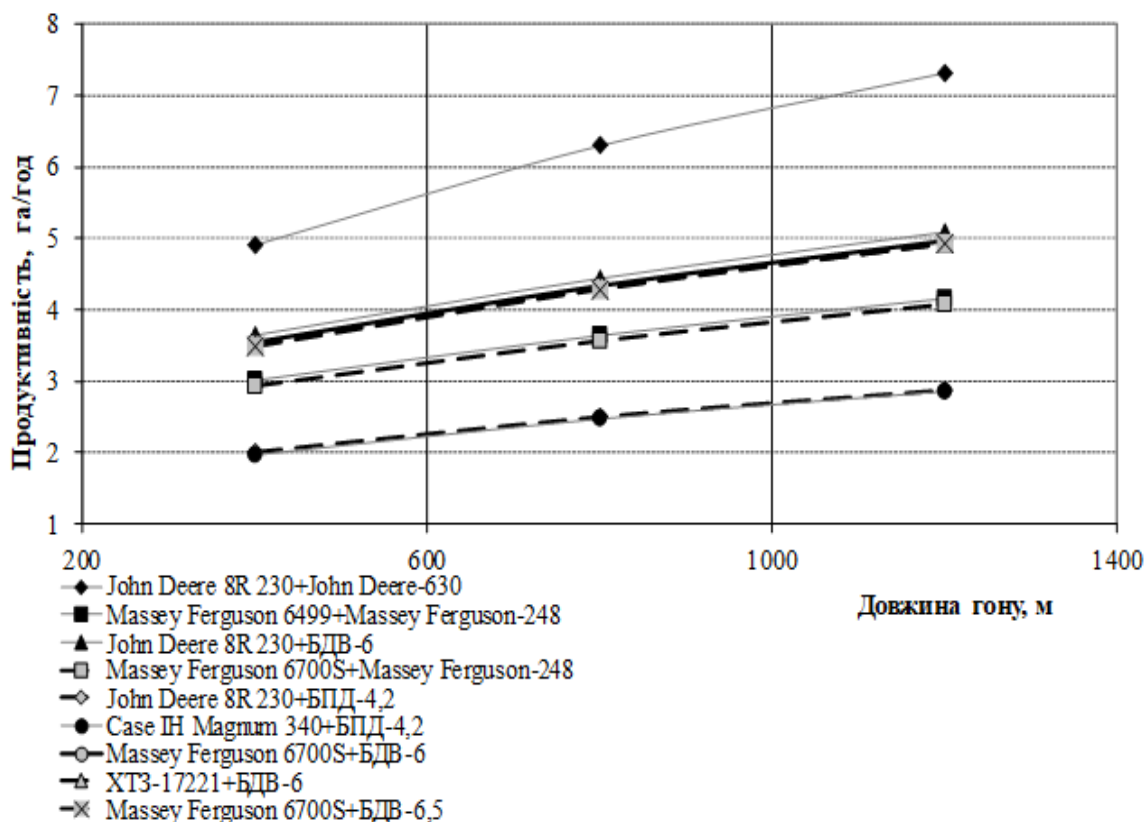


Рис. 13. Залежність продуктивності машинних агрегатів від

ДОВЖИНИ ГОНУ

Порівнюючи машинні агрегати за показником “продуктивність” для виконання технологічної операції – дискування стерні (рис. 13), видно, що максимальна продуктивність у John Deere 8R230+John Deere 630, він має мінімальну витрати палива на гектар (рис. 14). Це є результат оптимального комплектування машинного агрегату.

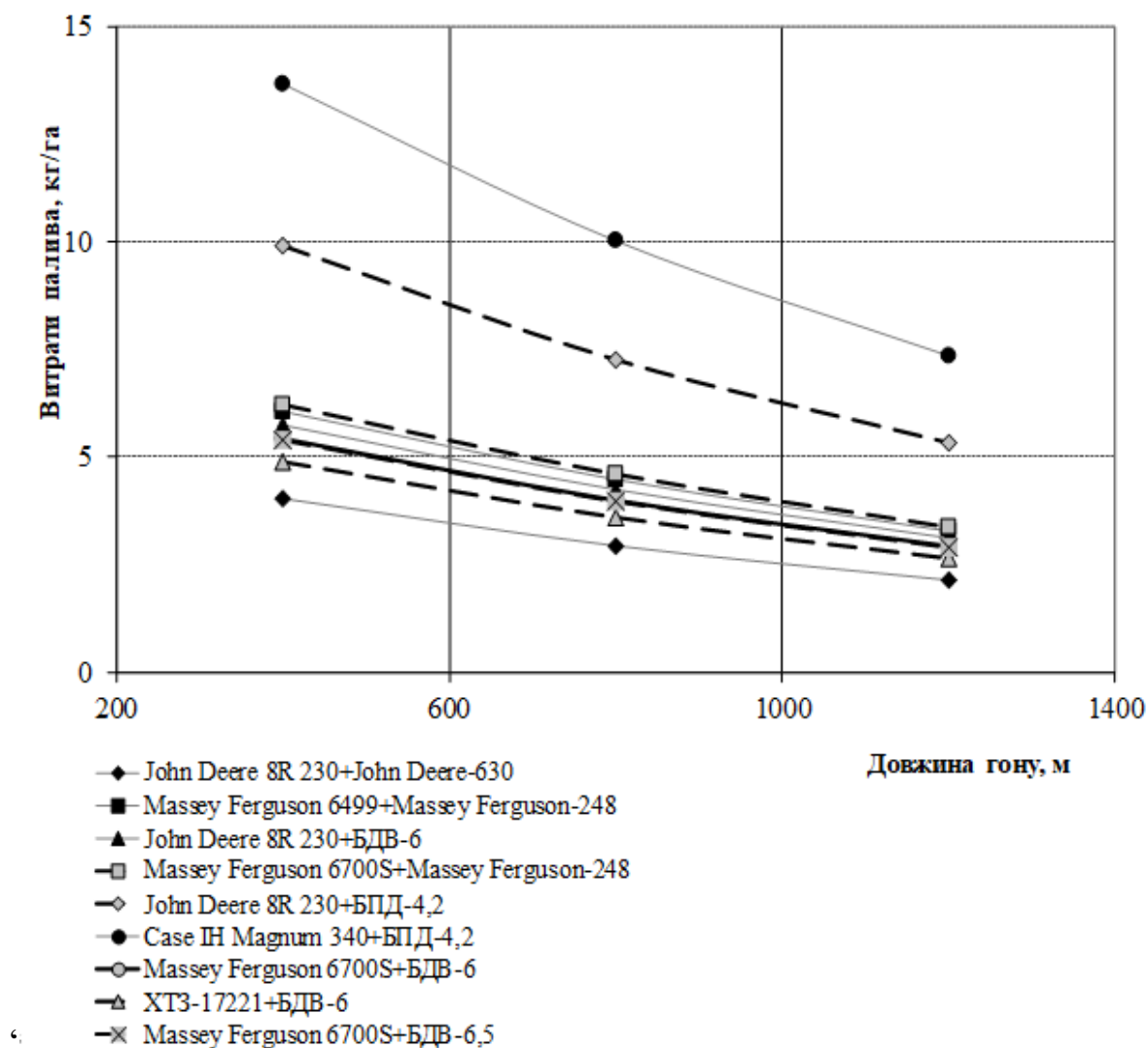


Рис. 14. Залежність витрати палива машинних агрегатів від довжини гону

Машинні агрегати, які за годину робочого часу виконують найменше роботи, – John Deere 8R230+БПД-4,2 та CaseIH Magnum 340+БПД-4,2, що відповідно на 57,8% та 55,2% менше за продуктивність агрегату John Deere 8R230+John Deere 630. Це пояснюється робочою шириною причіпної агромашини та ефективністю проведення агрегування енергетичного засобу та агромашини. Вони витрачають більше пального на та мають максимальні витрати коштів на дискування 1 гектара площі.

Відмінність у продуктивності машинних агрегатів є наслідком різної ширини захвата сільськогосподарської машини, а транспортних агрегатів – у вантажопідйомності. Що ж до розбіжності показників витрати палива, то вона пояснюється потужністю та економічністю двигуна енергетичної машини або автомобіля. Прямі експлуатаційні витрати показують, наскільки ефективно використовується машинний або транспортний агрегат в залежності від його вартості.

Хімічний догляд за посівами передбачає транспортування та приготування рідини для внесення. Зміна показників ”продуктивність”, “витрати палива” та “собівартість” перевезення при різній відстані на прикладі машинного агрегату John Deere 6095B +МЖТ-Ф-6 наведена в табл. 2.

Таблиця 2

**Техніко-експлуатаційні показники
машинного агрегату John Deere 6095B +МЖТ-Ф-6**

Відстань перевезень, км	Продуктивність, ткм/год	Витрати палива, кг/ткм
5	37,83	0,45
10	45,79	0,37
15	49,24	0,35

При зміні відстані перевезень від 10 до 5 км продуктивність зростає на

17,4%, а витрата палива транспортування зменшуються на 17,8% (табл. 2). Збільшення відстані від 10 до 15 км підвищує продуктивність на 7% і зменшує витрати палива на виконання технологічної операції на 5,4% .

Порівняльна характеристика транспортних агрегатів за показниками ”продуктивність” та “витрати палива” показана в табл. 3.

Таблиця 3

**Техніко-експлуатаційні показники транспортних агрегатів
при відстані перевезень 5 км**

Агрегати	Продуктивність, ткм/год	Витрати палива, кг/ткм
Massey Ferguson 6700S +МЖТ-Ф-13	83,85	0,28
ХТЗ-17221+МЖТ-Ф-13	82,68	0,26
John Deere 6095B+АПЖ-12	51,65	0,40
ЮМЗ-6АКЛ+АПЖ-12	51,06	0,21
Massey Ferguson 6700S +МЖТ-Ф-11	73,65	0,28
ХТЗ-17221+МЖТ-Ф-11	72,62	0,25
Case IH FARMALL 110 M +МЖТ-Ф-11	73,65	0,21
John Deere 6095B +МЖТ-Ф-6	45,79	0,37
ЮМЗ-6АКЛ+МЖТ-Ф-6	45,26	0,25
John Deere 6095B +ЗЖВ-Ф-3,2	27,92	0,41

Порівнюючи транспортні агрегати за продуктивністю, з’ясовано, що найпродуктивніший з усіх є Massey Ferguson 6700S +МЖТ-Ф-13, при цьому витрата палива цим агрегатом середня (табл. 3). Агрегат з найнижчою продуктивністю – John Deere 6095B + ЗЖВ-Ф-3,2, проте у нього найвищі витрати палива. За показниками “витрати палива” вигідно використовувати транспортний агрегат Case IH FARMALL 110 M +МЖТ-Ф-11.

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. Частини 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. З метою зниження собівартості вирощування та збирання озимої пшениці використана методика «Машинний агрегат», яка реалізована в середовищі MS Office Excel, і надає можливість теоретично прорахувати експлуатаційні параметри роботи машинних агрегатів на кожній механізованій технологічній операції. Так було встановлено, що при виконанні дискування машинні агрегати, які за годину робочого часу виконують найменше роботи – John Deere 8R230+БПД-4,2 та Case IH Magnum 340+БПД-4,2, що відповідно на 57,8% та 55,2% менше за продуктивність агрегату John Deere 8R230+John Deere 630. Це пояснюється робочою шириною причіпної агромашини та ефективністю проведення агрегування енергетичного засобу та агромашини. Вони витрачають більше пального на та мають максимальні витрати коштів на дискування 1 гектара площі.

При зміні відстані перевезень від 5 до 10 км продуктивність зростає на 17,4%, а витрата палива транспортування зменшуються на 17,8%. Збільшення відстані від 10 до 15 км підвищує продуктивність на 7% і зменшує витрати палива на виконання технологічної операції на 5,4% .

2. На підставі проведених досліджень підтверджено, що площа вирощування озимої пшениці за оптимальних умов навантаження механічного комплексу становить не менше 600-610 га за класичною технологією.

3. Аналізуючи отримані дані, встановлено, що за різних обсягів посіву пшениці склад машинного комплексу змінюється не тільки кількісно, але й конструктивно відповідно до застосовуваної технології. Водночас змінилися і показники якості композитної техніки для вимог аграрного виробництва.

4. Проаналізувавши прямі експлуатаційні витрати досліджуваного техпроцесу встановили:

– мінімальний діапазон витрат для класичних технологій виробництва озимої пшениці становить 130-140, 270-280 і 400-410 га;

5. Практика показала, що час простою агрегату залежить від кількості посіву озимої пшениці. Зі збільшенням обсягу виробництва загальний час простою зменшиться.

6. Проведені дослідження показали, що використання вітчизняної техніки та обладнання дозволяє знизити собівартість виробництва озимої пшениці на 15-20% порівняно із зарубіжними.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білоусько Я. Узагальнення та прогнольні оцінки форм машиновикористання у сільському господарстві / Я. Білоусько // Техніка АПК. – 1998. – № 2. – С. 8–9.
2. Василенко П. М. Основы научных исследований. Механизация сельского хозяйства / П. М. Василенко, Л. В. Погорельй. – К. : Выща шк.; голов. изд-во, 1985. – 266с.
3. Вчені в галузях механізації, електрифікації та меліорації / [наук. ред. М. К. Лінник]. – К. : Аграрна наука, 2000. – 298с. (Серія “Українські вчені-аграрії ХХ століття”).
4. Губко В. Р. Питання методики і результати розрахунків машинно-тракторного парку на ЕОМ / В. Р. Губко, Е. А. Фінн, Л. М. Козакова ; голов. ред. В. С. Крамаров // Застосування математичних методів у дослідженнях складних процесів сільськогосподарського виробництва. – К. : Урожай, 1972. – С. 10–17.
5. Губко В. Р. Определение состава машинно-тракторного парка для хозяйств основных зон Украинской ССР / Губко В. Р., Финн Э. А., Варшавский М. Л. – К. : УкрНИИНТИ, 1972. – 44с.
6. Диденко Н. К. Обоснование состава комплексов машин для растениеводства / Н. К. Диденко, В. Д. Гречкосей, И. И. Мельник // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1980.– № 9. – С. 4-5.
7. Зубко В. М. Методичні засади проведення хронометражних спостережень часу за основними технологічними операціями при вирощуванні та збиранні озимого ріпаку / В. М. Зубко // Науковий вісник НАУ. – К., 2007. – Вип. 109. – С. 239–241.
8. Зубко В. М. Аналіз хронометражних спостережень за роботою машинних агрегатів при вирощуванні та збиранні озимого ріпаку / В. М. Зубко // Вісник

СНАУ. – Суми., 2008. – Вип. 1(17). – С. 60–63.

9. Киртбая Ю. К. Шляхи підвищення продуктивності і економічності використання техніки в сільськогосподарському виробництві // Поліпшення використання машино-тракторного парку в колгоспах і радгоспах : [зб. статей ; відпов. ред. Ю. К. Киртбая]. – К. : Вид-во УАСГН, 1960. – С. 15–35.

10. Мельник І. І. Ефективність механізованого виробництва ярої пшениці / І. І. Мельник, В. Д. Гречкосій, Г. Р. Гаврилюк, Р. В. Шатров // Агроном. – 2005. – № 2. – С. 92–98.

11. Мельник І. І. Методика прогнозування втрат врожаю озимого ріпаку з урахуванням можливостей забезпечення агровимог виконання операцій машинними агрегатами / І. І. Мельник, В. М. Зубко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2009. – Вип. 134, ч.2. – С. 37-41.

12. Мельник І. І. Механізоване виробництво картоплі / І. І. Мельник, В. Д. Гречкосій // Агроном. – 2005. – № 4. – С. 53–54.

13. Мельник І. І. Обґрунтування комплексів машин та нормативів потреби в техніці для рослинництва господарств різних організаційних форм зони Лісостепу України : науковий звіт / Мельник І. І., Гречкосій В. Д., Бондар С. М. – К. : [б.в.], 2002. – 71 с. (Заключний звіт по госпдоговірній темі ; номер державної реєстрації 0100U002341).

14. Мельник І. І. Прогресивні механізовані технології в рослинництві / І. І. Мельник, В. Д. Гречкосій // Електротехніка і механіка. – 2006. – № 1. – С. 18–28.

15. Мельник І. І. Хронографічні дослідження механізованих процесів основного обробітку ґрунту / І. І. Мельник, А. В. Шостак, С. М. Бондар, А. І. Мороз // Механизация производственных процессов рыбного хозяйства, промышленных и аграрных предприятий. – Керчь : КМТИ, 2001. – Вып.2. – С.85–90.

16. Мельничук Т. В. Дотримання технології вирощування – головний резерв ресурсозбереження / Т. В. Мельничук, В. М. Булавінець // Сповна використовуйте можливості ріпаку (з наукових розробок Інституту хрестоцвітих культур). – Івано-Франківськ : Ін-т хрестоцвітих культур, 1996. – Л. № 6. – (Комплект з 20 листівок).

17. Механізовані польові роботи. Методика розрахунку норми виробітку та витрат палива на основний обробіток ґрунту / [Вітвицький В. В., Семененко Н. М., Лабастов І. В. та ін.] ; за ред. В. В. Вітвицького. – К. : ТОВ “Комплекс Віта”, 1997. – 274 с.

18. Механізовані польові роботи. Норми виробітку та витрати палива на внесення добрив, хімічний захист сільськогосподарських культур та методика їх розрахунку / [Вітвицький В. В., Семененко Н. М., Панкова А. І. та ін.] ; за ред. В. В. Вітвицького. – К. : ТОВ “Комплекс Віта”, 1995. – 451 с.

19. Натанзон І. Й. Комплектування машинно-тракторного парку колгоспів і радгоспів різних зон УРСР. / Натанзон І. Й. – К. : Вид-во Укр. акад. с.г. наук, 1961. – 104с.

20. Оптимізація комплексів машин і структури машинного парку та планування технічного сервісу : навчальний посібник / [І. І. Мельник, В. Д. Гречкосій, В. В. Марченко та ін.]. – К. : ВВЦ НАУ, 2004.– 151с.

21. Пастухов В. І. Обґрунтування оптимальних комплексів машин для механізації польових робіт : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : спец. 05.05.11 “Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва” / В. І. Пастухов . – Х., 2006. – 38 с.

22. Печоний Х. Д. Планування та нормування транспортних робіт у колгоспах і радгоспах / Хаим Давидович Печоний. – К. : Урожай, 1972. – 262 с.

23. Погорелый Л. В. Научные основы повышения производительности

сельскохозяйственной техники / Погорелый Л. В., Бильский В. Г., Кононенко Н. П. – К. : Урожай, 1989. – 240с.

24. Постанова Кабінету Міністрів України від 12 липня 2004 року № 885 Про затвердження Методики обчислення вартості машино-дня та збитків від простою машин [Електронний ресурс] // Офіційний вісник України. – 2004.– № 28. – Режим доступу до журн. :

<http://www.gdo.kiev.ua/zmist/2004/zmist.php?28>.

25. Сидорчук О. В. Системотехніка аграрного виробництва та інженерні аспекти його розвитку / О. В. Сидорчук // Вісник Львів. ДАУ. –2000. – № 4. – С. 5–12.

26. Терехов О. П. Математична модель задачі на розрахунок оптимального плану машиновикористання / О. П. Терехов // Застосування математичних методів у дослідженнях складних процесів сільськогосподарського виробництва / [голов. ред. В. С. Крамаров] – К. : Урожай, 1972. – С. 3–6.

27. Типові норми виробітку і витрачання палива на механізовані польові роботи / [ред. Н. О. Козлова]. – К. : Урожай, 1991. – 472 с. (Літ-ра для каб. економіста).

28. Типові норми виробітку і витрачання палива на тракторно-транспортні роботи у сільському господарстві / [ред. О. В. Шафаренко, М. М. Леонова]. – К. : Урожай, 1987. – 416 с. (Літ-ра для каб. економіста).

29. Типові норми на механізовані сільськогосподарські роботи / [Мін-во с.-г. УРСР та ін.] ; упоряд. Л. С. Пристапчук, О. Ф. Лук'янчук, В. М. Карпенко. – [3-є вид., доп. і перероб.] – К. : Урожай, 1982. – 504 с.

30. Типові норми продуктивності і витрат палива на сівбі, садінні та догляді за посівами / [Вітвіцький В. В., Демчак І. М., Пивівар В. С. та ін.]. – К. : НДІ “Укראгропромпродуктивність”, 2005. – 544 с.

31. Типові норми продуктивності машин і витрат палива на збиранні

сільськогосподарських культур / [Вітвіцький В. В., Демчак І. М., Пивівар В. С. та ін.]. – К. : НДІ “Укргропромпродуктивність”, 2005. – 544 с.

32. Типові норми продуктивності машин і витрат палива на передпосів-
ному обробітку ґрунту / [Вітвіцький В. В., Лобастов І. В., Кислеченко М. Ф. та
ін.]. – К. : НДІ “Укргропромпродуктивність”, 2005. – 672 с.

33. Börner H. Unkrautbekämpfung / Börner H. – Jena : Verlag Gustav Fischer,
1995. – 315 s.

34. Decker H. Phytonematologie / Decker H. – Berlin : Verlag VEB Deutscher
Landwirtsch, 1969. – 526 s.

35. Unkrautbekämpfung im integrierten Pflanzenschutz / [Kees H., Beer E., Böt-
ger H. u.a.]. – Frankfurt : DLG-Verlag, 1993. – 231 s.

36. Meinert D. Integrierter Pflanzenschutz, Unkräuter, Krankheiten und Schäd-
linge im Ackerbau / D. Meinert, A. Mittnacht. – Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 1992.
– 335 s.

ДОДАТКИ