

ISSN 1998-7927(print) ISSN 2664-6498 (online)

DOI: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2026-301-3-65-71>

УДК 631.319

## АНАЛІЗ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ НАВІСНИХ АГРЕГАТІВ У СИСТЕМІ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ КОМПЛЕКСІВ

Мелконов Г.Л., Фесенко Г.В., Мелконова І.В., Іщенко В.К.

## ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF THE OPERATION OF MOUNTED IMPLEMENTS IN THE SYSTEM OF TRACTOR-IMPLEMENT COMPLEXES

Melkonov H.L., Fesenko H.V., Melkonova I.V., Ishchenko V.K.

*У статті комплексно розглянуто конструктивні особливості, класифікацію та експлуатаційні характеристики навісних сільськогосподарських агрегатів як складової частини машинно-тракторних агрегатів (МТА). Узагальнено сучасні підходи до класифікації навісного обладнання за функціональним призначенням, типом приєднання, умовами експлуатації та технологічними ознаками. Проаналізовано основні конструктивні елементи навісних агрегатів, їх вплив на надійність, продуктивність і якість виконання технологічних операцій.*

*Особливу увагу приділено аналізу техніко-експлуатаційних показників роботи машинно-тракторних агрегатів, зокрема продуктивності, коефіцієнта використання робочого часу, енергетичної ефективності та питомих витрат палива. Визначено та систематизовано основні фактори, що впливають на ефективність роботи МТА: швидкість руху агрегату, ширина захвату, потужність енергетичного засобу, агротехнічні вимоги, технічний стан обладнання та організаційні умови використання техніки.*

*У роботі виконано розрахунок продуктивності машинно-тракторного агрегату за різних режимів роботи, а також визначено питомі витрати палива залежно від швидкості руху та навантаження. Побудовано аналітичні та графічні залежності продуктивності від швидкості руху агрегату, що дозволило встановити раціональні режими його функціонування. Отримані результати підтверджують, що підвищення швидкості руху сприяє зростанню продуктивності, однак потребує врахування агротехнічних обмежень і можливого зниження якості виконання робіт.*

*На основі проведеного аналізу обґрунтовано напрями підвищення ефективності використання навісного*

*обладнання, які передбачають оптимізацію режимів роботи машинно-тракторних агрегатів, удосконалення конструктивних параметрів агрегатів, впровадження енергоощадних технологій та підвищення рівня технічного обслуговування. Доведено, що раціональне поєднання конструктивних, технологічних і експлуатаційних факторів забезпечує підвищення продуктивності, зниження витрат палива та загальне зростання ефективності використання сільськогосподарської техніки.*

**Ключові слова:** навісні агрегати, трактор, продуктивність, обробіток ґрунту, сівба, механізація.

**Вступ.** Сучасне сільське господарство характеризується високим рівнем механізації та автоматизації технологічних процесів, що зумовлено необхідністю підвищення продуктивності виробництва, забезпечення продовольчої безпеки та раціонального використання ресурсів. В умовах інтенсифікації аграрного виробництва особливого значення набуває ефективне функціонування технічних засобів, серед яких провідну роль відіграють навісні сільськогосподарські агрегати, що працюють у складі машинно-тракторних агрегатів (МТА).

Застосування навісного обладнання забезпечує виконання широкого спектра технологічних операцій — обробітку ґрунту, посіву, догляду за посівами, внесення добрив та захисту рослин — із високою якістю та продуктивністю. Використання таких агрегатів

дозволяє підвищити ефективність праці, скоротити тривалість виконання польових робіт, зменшити витрати палива та інших матеріальних ресурсів, а також забезпечити дотримання агротехнічних вимог.

Механізація аграрного виробництва є одним із ключових чинників підвищення ефективності сільського господарства, оскільки вона сприяє оптимізації виробничих процесів, зниженню трудомісткості робіт та підвищенню їх якості. У цьому контексті навісні агрегати займають особливе місце, оскільки характеризуються універсальністю, можливістю швидкої зміни робочих органів та адаптацією до різних умов експлуатації. Їх використання у складі МТА забезпечує гнучкість технологічних процесів і дозволяє ефективно використовувати енергетичні засоби.

В умовах зростання вартості паливно-енергетичних і матеріально-технічних ресурсів особливої актуальності набуває питання оптимізації використання сільськогосподарської техніки. Це передбачає підвищення продуктивності машинно-тракторних агрегатів, зниження питомих витрат палива, раціональний вибір режимів роботи, а також удосконалення конструктивних і технологічних параметрів навісного обладнання. Важливим завданням є визначення оптимальних умов експлуатації агрегатів, за яких досягається максимальна ефективність при мінімальних витратах ресурсів.

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю підвищення ефективності використання технічних засобів у сільському господарстві в умовах обмеженості ресурсів, підвищення цін на енергоносії та зростання вимог до якості виконання агротехнологічних операцій. Додатково це пов'язано з необхідністю впровадження енергоощадних технологій, підвищення екологічності виробництва та забезпечення сталого розвитку аграрного сектору.

Таким чином, удосконалення підходів до використання навісних сільськогосподарських агрегатів, оптимізація режимів їх роботи та підвищення ефективності функціонування машинно-тракторних агрегатів є важливим науково-практичним завданням, що має значний вплив на результати діяльності сільськогосподарських підприємств.

**Метою роботи** полягає в підвищенні ефективності використання навісних сільськогосподарських агрегатів шляхом удосконалення підходів до їх застосування,

оптимізації режимів роботи машинно-тракторних агрегатів та впровадження енергоощадних і екологічно орієнтованих технологій для забезпечення сталого розвитку аграрного виробництва.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** У ході проведення досліджень було проаналізовано низку основних наукових праць за тематикою дослідження, присвячених питанням конструктивних особливостей, класифікації та ефективності використання навісних сільськогосподарських агрегатів. Особливу увагу приділено роботам, у яких розглядаються техніко-експлуатаційні показники машинно-тракторних агрегатів, фактори, що впливають на їх продуктивність, а також підходи до зниження енерговитрат.

У статті [1] досліджено геометрію триточкової навіски трактора з позиції підвищення підйомної здатності. Автори використали метод оптимізації з геометричними та нормативними обмеженнями й показали, що вдосконалена конструкція дозволяє збільшити максимальне підйомне зусилля приблизно на 25% порівняно з базовою схемою. Практичне значення цієї роботи полягає в тому, що вона доводить: ефективність навісного агрегату визначається не лише самим робочим органом, а й параметрами навісного механізму трактора.

У роботі [2] запропоновано систему автоматичного визначення й стабілізації глибини оранки для навісного плуга. Автори поєднали два ІМУ-датчики, енкодер, мікроконтролер і PID-керування гідросистемою навіски. За польових випробувань система підтримувала глибину в заданому інтервалі 20–24 см навіть на швидкості до 10 км/год. Сильна сторона цієї статті — перехід від простого механічного регулювання до інтелектуальної системи, яка підвищує точність обробітку та зменшує вплив випадкових коливань.

У роботі Yao et al [3] розглянуто проблему перекосу навісного агрегату на нерівному рельєфі. Автори показали, що крен трактора передається через жорстку навіску до робочого органу й викликає нерівномірну глибину заглиблення по ширині захвату. Запропонована система на основі подвійного замкненого нечіткого PID-регулятора зменшувала кут крену з  $10^\circ$  до  $0^\circ$  за 1.25–1.30 с, а в полі досягала MAE  $0.19^\circ$  та RMSE  $0.28^\circ$ .

У статті Lombardi et al [4] досліджено, як зміна маси навісного обприскувача впливає на розподіл навантаження між осями трактора, положення центра мас і експлуатаційну

стійкість. Дослід проводили для мас 550, 850 і 1150 кг. Автори встановили, що зі зростанням маси агрегату центр ваги системи зміщується назад приблизно на 0.0218 см на кожен кілограм, причому залежність є майже лінійною ( $R^2 \approx 0.99$ ). За максимального навантаження були зафіксовані перевищення безпечних меж стійкості.

У статті роботі [5] запропоновано метод оцінювання глибини роботи навісного агрегату через вимірювання повороту елементів гідравлічної системи та геометричну модель триточкової навіски. Автори зазначають, що створили математичну залежність між параметрами ланок, розробили програму для обчислення калібрувального коефіцієнта і показали, що максимальна похибка в лабораторних умовах була в межах  $\pm 1$  см, а відхилення від ручного вимірювання в полі сягало до  $\pm 13\%$ .

Аналіз літературних джерел дозволив узагальнити сучасні наукові підходи до оцінювання ефективності використання навісного обладнання, визначити ключові напрями підвищення продуктивності агрегатів та виявити невирішені аспекти, що потребують подальших досліджень.

**Результати дослідження.** Навісний агрегат (рис. 1) працює у складі машинно-тракторного агрегату (МТА) як єдина функціональна система, в якій трактор виступає джерелом енергії, а навісне обладнання — виконавчим органом технологічного процесу. Ефективність роботи такого агрегату визначається сукупністю технічних і експлуатаційних параметрів, основними з яких є:

- ширина захвату ( $B$ ) — визначає площу обробітку за один прохід і безпосередньо впливає на продуктивність агрегату;
- швидкість руху ( $V$ ) — характеризує інтенсивність виконання технологічної операції та залежить від типу агрегату, стану ґрунту і потужності трактора;
- коефіцієнт використання часу ( $\eta$ ) — враховує втрати часу на розвороти, налаштування, простої та інші допоміжні операції;
- потужність трактора ( $N$ ) — визначає можливість ефективного агрегування знаряддя та забезпечує необхідне тягове зусилля.

Взаємозв'язок зазначених параметрів визначає продуктивність машинно-тракторного агрегату, яка розраховується за формулою:

$$W = \frac{B \cdot V \cdot \eta \cdot N}{10}$$

де:  $W$  — продуктивність, га/год;  
 $B$  — ширина захвату, м;  
 $V$  — швидкість руху, км/год;  
 $\eta$  — коефіцієнт використання часу.

З аналізу залежності видно, що збільшення ширини захвату та швидкості руху сприяє підвищенню продуктивності, однак ці параметри обмежуються агротехнічними вимогами та енергетичними можливостями трактора. Водночас коефіцієнт використання часу має суттєвий вплив на фактичну ефективність роботи агрегату в польових умовах.



Рис. 1. Схема машинно-тракторного агрегату з навісним обладнанням

Для оцінки ефективності роботи навісного сільськогосподарського агрегату прийнято такі вихідні параметри, що відповідають типовим умовам виконання польових робіт:

Для оцінки ефективності роботи навісного сільськогосподарського агрегату прийнято такі вихідні параметри, що відповідають типовим умовам виконання польових робіт:

-ширина захвату агрегату  $B=2,5$  м

Цей параметр визначає ширину смуги обробітку за один прохід агрегату. Значення 2,5 м є характерним для малих і середніх ґрунтообробних машин (плугів, культиваторів), що агрегуються з тракторами потужністю до 80–100 кВт.

-швидкість руху агрегату  $V=6; 8; 10$  км/год

Прийнятий діапазон швидкостей відповідає реальним умовам експлуатації. Нижня межа (6 км/год) характерна для енергоємних операцій (оранка), тоді як вищі значення (8–10 км/год) застосовуються при легших роботах, таких як

культивация або передпосівний обробіток ґрунту.

-коєфіцієнт використання часу  $\eta=0,75$

Даний коєфіцієнт враховує втрати робочого часу, пов'язані з виконанням допоміжних операцій: розворотами на краях поля, регулюванням агрегату, технічними перервами тощо. Значення 0,75 відповідає середнім умовам роботи та свідчить про достатньо ефективну організацію технологічного процесу.

Обрані значення параметрів дозволяють провести адекватну оцінку роботи машинно-тракторного агрегату в типових умовах сільськогосподарського виробництва. Вони враховують:

- технічні характеристики сучасних тракторів середнього класу;
- агротехнічні вимоги до швидкості виконання операцій;
- організаційні втрати часу в реальних польових умовах.

Таким чином, використання зазначених вихідних даних забезпечує достовірність подальших розрахунків продуктивності та витрат палива, а також дозволяє провести порівняльний аналіз ефективності роботи агрегату при різних режимах експлуатації.

В роботі згідно вихідним даним розрахована продуктивність машинно-тракторного агрегату

Таблиця 1

#### Продуктивність машинно-тракторного агрегату

№	Швидкість руху, км/год	Ширина захвату, м	Коефіцієнт $\eta$	Продуктивність, га/год
1	6	2.5	0.75	1.13
2	8	2.5	0.75	1.50
3	10	2.5	0.75	1.88

Згідно з даними таблиці 1 спостерігається пряма залежність продуктивності від швидкості руху агрегату. Збільшення швидкості з 6 до 10 км/год призводить до зростання продуктивності з 1,13 до 1,88 га/год, тобто приблизно на 66%.

Однак підвищення швидкості повинно здійснюватися з урахуванням:

- агротехнічних вимог до якості обробітку ґрунту;
- потужності трактора;
- умов експлуатації (вологість, щільність ґрунту).

Таким чином, отримані результати підтверджують доцільність оптимізації швидкісного режиму роботи машинно-

тракторного агрегату для досягнення максимальної ефективності.

Одним із важливих показників ефективності роботи навісного сільськогосподарського агрегату є витрати палива. Цей показник характеризує економічність виконання технологічної операції та дає змогу оцінити доцільність вибору режиму роботи машинно-тракторного агрегату. Розрахунок витрат палива машинно-тракторного агрегату наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

#### Розрахунок витрат палива машинно-тракторного агрегату

№	Швидкість руху, км/год	Продуктивність, га/год	Погодинна витрата палива, л/год	Витрати палива, л/га
1	6	1.13	15.7	13.89
2	8	1.50	15.7	10.47
3	10	1.88	15.7	8.35

Аналіз результатів, наведених у таблицях 1 і 2, показує, що зі збільшенням швидкості руху агрегату зростає його продуктивність і одночасно зменшуються питомі витрати палива на одиницю площі.

При швидкості 6 км/год продуктивність становить 1,13 га/год, а витрати палива — 13,89 л/га. За збільшення швидкості до 8 км/год продуктивність зростає до 1,50 га/год, а витрати палива знижуються до 10,47 л/га. При швидкості 10 км/год досягається найбільша продуктивність — 1,88 га/год, тоді як витрати палива зменшуються до 8,35 л/га.

Отже, між продуктивністю агрегату та питомими витратами палива існує обернена залежність: чим вища продуктивність, тим менші витрати пального на 1 гектар обробленої площі. Це пояснюється тим, що за сталої погодинної витрати палива збільшення обсягу виконаної роботи за годину призводить до зменшення питомих витрат.

Разом із тим, підвищення швидкості руху не завжди є безумовно позитивним фактором. Надмірне збільшення швидкості може спричинити:

- погіршення якості технологічної операції;
- нерівномірність обробітку ґрунту;
- зростання динамічних навантажень на агрегат;
- підвищене зношування робочих органів.

Тому вибір оптимальної швидкості руху машинно-тракторного агрегату повинен здійснюватися з урахуванням не лише

економічних показників, але й комплексу агротехнічних, технічних та експлуатаційних факторів. З економічної точки зору підвищення швидкості сприяє зростанню продуктивності агрегату та зниженню витрат праці на одиницю виконаної роботи. Водночас надмірне збільшення швидкості може призводити до перевитрат палива, підвищеного зношування робочих органів і зниження загальної ефективності використання техніки.

З агротехнічної позиції важливо забезпечити якісне виконання технологічного процесу: дотримання заданої глибини обробітку, рівномірність обробки ґрунту, відсутність пропусків або перекриттів, а також мінімізацію пошкодження рослин. Недотримання оптимальної швидкості може негативно вплинути на структуру ґрунту та врожайність сільськогосподарських культур.

Технічний стан машини також відіграє суттєву роль: зношені або неправильно відрегульовані робочі органи обмежують можливість роботи на підвищених швидкостях без втрати якості. Крім того, необхідно враховувати потужність трактора, його тягові характеристики та відповідність агрегатованим знаряддям.

Умови експлуатації, зокрема тип ґрунту, його вологість, рельєф місцевості та погодні фактори, також істотно впливають на вибір швидкісного режиму. Наприклад, на важких або перезволожених ґрунтах доцільно знижувати швидкість для забезпечення стабільної роботи агрегату та уникнення перевантаження техніки.

Отже, оптимальна швидкість руху є результатом компромісу між продуктивністю, економічною ефективністю та якістю виконання технологічної операції, що потребує комплексного підходу до її обґрунтування. Таким чином, проведені розрахунки підтверджують, що раціональне підвищення швидкості руху машинно-тракторного агрегату дає змогу підвищити продуктивність роботи та зменшити витрати палива на одиницю площі, що в цілому сприяє зростанню ефективності використання навісних сільськогосподарських агрегатів.

Таблиця 3

**Основні техніко-економічні показники роботи агрегату**

№	Швидкість, км/год	Продуктивність, га/год	Витрати палива, л/га
1	6	1.13	13.89
2	8	1.50	10.47
3	10	1.88	8.35

**Висновки.** Аналіз узагальнених техніко-економічних показників роботи машинно-тракторного агрегату свідчить про наявність чіткої закономірності між швидкістю руху, продуктивністю та питомими витратами палива.

Зі збільшенням швидкості руху агрегату з 6 до 10 км/год продуктивність зростає з 1,13 до 1,88 га/год, тобто приблизно на 66%, що свідчить про суттєве підвищення ефективності виконання технологічної операції. Одночасно спостерігається зниження витрат палива на одиницю площі з 13,89 до 8,35 л/га, що становить близько 40% економії.

Таким чином, результати проведених розрахунків і аналітичних оцінок свідчать про чітку залежність основних техніко-економічних показників роботи машинно-тракторного агрегату від швидкості його руху. Зокрема, встановлено, що підвищення швидкості в межах допустимого діапазону сприяє не лише зростанню змінної та годинної продуктивності агрегату, але й більш раціональному використанню паливно-енергетичних ресурсів. Це пояснюється тим, що зі збільшенням швидкості зменшується тривалість виконання технологічної операції, а отже — знижуються питомі витрати палива на одиницю обробленої площі.

Разом із тим, отримані результати необхідно інтерпретувати з урахуванням низки обмежувальних факторів. Перш за все, максимальні значення швидкості руху не можуть визначатися виключно економічними міркуваннями. Вони повинні відповідати агротехнічним вимогам до виконання конкретної операції, таким як забезпечення необхідної глибини та рівномірності обробітку ґрунту, дотримання оптимальної структури посівного шару, відсутність огріхів і перекриттів. Порушення цих вимог може призвести до погіршення умов росту рослин і, як наслідок, до зниження врожайності.

Крім того, технічні можливості агрегату також відіграють визначальну роль у виборі швидкісного режиму. Робота на надмірно високих швидкостях супроводжується зростанням динамічних навантажень на робочі органи, вузли та механізми, що спричиняє їх прискорене зношування, підвищує ймовірність відмов та збільшує витрати на технічне обслуговування і ремонт. Також необхідно враховувати потужнісні та тягові характеристики трактора, які обмежують ефективну роботу агрегату в умовах підвищених навантажень.

Не менш важливими є умови експлуатації, зокрема фізико-механічні властивості ґрунту, його вологість, щільність, рельєф поля та погодні умови. У складних ґрунтових умовах доцільно знижувати швидкість руху для забезпечення стабільності технологічного процесу та запобігання перевантаженню енергетичного засобу.

Отже, оптимальний режим роботи машинно-тракторного агрегату досягається за умов комплексного врахування економічних, агротехнічних та технічних чинників. Рациональне поєднання швидкості руху, продуктивності та паливної економічності забезпечує не лише підвищення ефективності використання навісного сільськогосподарського обладнання, але й збереження його технічного ресурсу та дотримання вимог сучасних технологій землеробства.

#### Література

1. Molari G., Mattetti M., Guarnieri A. Optimal Three-Point Hitch Design to Maximize Lifting Performance // Transactions of the ASABE. 2014. DOI: 10.13031/trans.57.10353.
2. Zhu Y., Cui B., Yu Z., Gao Y., Wei X. Tillage Depth Detection and Control Based on Attitude Estimation and Online Calibration of Model Parameters // Agriculture. 2024. Vol. 14, No. 12. Art. 2130. DOI: 10.3390/agriculture14122130.
3. Yao H., Zhang E., Liu Y., Du J., Yin X. Design and Experiment of an Automatic Leveling System for Tractor-Mounted Implements // Sensors. 2025. Vol. 25, No. 12. Art. 3707. DOI: 10.3390/s25123707.
4. Lombardi B. P. et al. Mass Impact of a Mounted Sprayer on the Operational Balance of an Agricultural Tractor // Machines. 2025. Vol. 7, No. 9. Art. 289.
5. Pranav P. K., Kumar A., Ansh A. K., Kumar S. Geometrical analysis of the 3-point linkage of tractors for the measurement and display of the working depth // Research in Agricultural Engineering. 2024. Vol. 70, No. 4. P. 237–244. DOI: 10.17221/23/2024-RAE.
6. Відцентровий робочий орган для розсіювання сипучих матеріалів : пат. 117438 Україна : МПК А01С 17/00. № а201709282 ; заявл. 21.09.2017 ; опубл. 25.07.2018, Бюл. № 14. 4 с.
7. Закалов О. В. Основи тертя і зношування в машинах : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. 75 с.
8. Коваленко В. Ф. Загальна фізика в прикладах, запитаннях і відповідях. Механіка : навч. посіб. Київ : Київський університет, 2011. 223 с.

#### References

1. Molari G., Mattetti M., Guarnieri A. Optimal Three-Point Hitch Design to Maximize Lifting Performance // Transactions of the ASABE. 2014. DOI: 10.13031/trans.57.10353.
2. Zhu Y., Cui B., Yu Z., Gao Y., Wei X. Tillage Depth Detection and Control Based on Attitude Estimation and Online Calibration of Model Parameters // Agriculture. 2024. Vol. 14, No. 12. Art. 2130. DOI: 10.3390/agriculture14122130.
3. Yao H., Zhang E., Liu Y., Du J., Yin X. Design and Experiment of an Automatic Leveling System for Tractor-Mounted Implements // Sensors. 2025. Vol. 25, No. 12. Art. 3707. DOI: 10.3390/s25123707.
4. Lombardi B. P. et al. Mass Impact of a Mounted Sprayer on the Operational Balance of an Agricultural Tractor // Machines. 2025. Vol. 7, No. 9. Art. 289.
5. Pranav P. K., Kumar A., Ansh A. K., Kumar S. Geometrical analysis of the 3-point linkage of tractors for the measurement and display of the working depth // Research in Agricultural Engineering. 2024. Vol. 70, No. 4. P. 237–244. DOI: 10.17221/23/2024-RAE.
6. Centrifugal working body for spreading bulk materials [Vidtsentrovyyi robochyyi orhan dlia rozsiuvannya sypkykh materialiv]. Patent UA No. 117438, IPC A01C 17/00. Application No. a201709282; filed 21.09.2017; published 25.07.2018. Bulletin. No. 14. 4 p.
7. Zakalov O. V. Fundamentals of friction and wear in machines [Osnovy tertia ta znoshuvannya v mashynakh]. Ternopil: TNTU named after I. Puliui, 2011. 75 p.
8. Kovalenko V. F. General physics in examples, questions and answers. Mechanics [Zahalna fizyka v prykladakh, zapytanniakh i vidpovidiakh. Mekhanika]. Kyiv: Kyiv University, 2011. 223 p.

#### **Melkonov H.L., Fesenko H.V., Melkonova I.V., Ishchenko V.K. Analysis and optimization of the operation of mounted implements in the system of tractor–implement complexes**

*The article comprehensively examines the design features, classification, and operational characteristics of mounted agricultural implements as an integral part of tractor–implement aggregates. Modern approaches to the classification of mounted equipment are generalized according to functional purpose, type of attachment, operating conditions, and technological characteristics. The main structural elements of mounted implements and their influence on reliability, productivity, and the quality of technological operations are analyzed.*

*Particular attention is paid to the analysis of technical and operational performance indicators of tractor–implement aggregates, including productivity, working time utilization coefficient, energy efficiency, and specific fuel consumption. The main factors influencing the efficiency of such aggregates are*

identified and systematized, namely: operating speed, working width, power of the energy source, agrotechnical requirements, technical condition of equipment, and organizational conditions of machinery use.

The study includes the calculation of aggregate productivity under different operating modes, as well as the determination of specific fuel consumption depending on operating speed and load. Analytical and graphical relationships between productivity and operating speed are developed, which made it possible to determine rational operating modes. The obtained results confirm that increasing operating speed leads to higher productivity; however, it requires consideration of agrotechnical constraints and possible reduction in work quality.

Based on the conducted analysis, key directions for improving the efficiency of mounted equipment use have been substantiated and systematized. These directions primarily include the optimization of operating modes of tractor–implement aggregates through the rational selection of working speed, load level, and utilization of working time, taking into account agrotechnical requirements and field conditions. Particular importance is given to the improvement of structural parameters of mounted implements, such as the geometry of working bodies, adjustment mechanisms, and hitch system characteristics, which directly affect stability, depth control accuracy, and uniformity of technological operations.

In addition, the implementation of energy-saving technologies is emphasized, including the use of modern materials, reduction of traction resistance, and improvement of power transmission efficiency. The integration of precision agriculture elements and automated control systems also contributes to more efficient operation by enabling real-time adjustment of working parameters and minimizing resource losses. Enhancement of maintenance practices, including timely diagnostics, preventive servicing, and the use of advanced monitoring systems, ensures the reliability and durability of equipment, reducing downtime and repair costs.

Furthermore, the study highlights the importance of organizational factors, such as proper planning of field operations, operator qualification, and effective management of machinery fleets. It is demonstrated that only a comprehensive approach, which combines structural improvements, technological innovations, and optimized operational strategies, can ensure a significant increase in productivity, reduction of specific fuel consumption, and overall improvement in the efficiency and sustainability of agricultural machinery use.

**Key words:** mounted implements, tractor, productivity, soil tillage, sowing, mechanization.

**Мелконов Григорій Леонідович** – к.т.н., доц., завідувач кафедри механізації сільського господарства, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (м. Київ), ORCID: 0000-0003-3182-1648  
[melkonov78@snu.edu.ua](mailto:melkonov78@snu.edu.ua)

**Фесенко Григорій Васильович** – к.т.н., доц., доцент кафедри механізації сільського господарства, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (м. Київ)  
ORCID: 0000-0001-9749-8746

**Мелконова Інна Вікторівна** – к.т.н., доц., завідувачка кафедри електричної інженерії, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (м. Київ), [melkonova@snu.edu.ua](mailto:melkonova@snu.edu.ua), ORCID: 0000-0001-6173-1470

**Іщенко Віктор Костянтинівич** – студент групи АГІ-25дм кафедри механізації сільського господарства, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (м. Київ)  
ORCID:0009-0001-7698-9287

Дата першого надходження статті 09.02.2026.

Дата прийняття статті до друку після рецензування 25.03.2026.

Дата публікації 11.05.2026.



Стаття з відкритим доступом,  
відповідно до умов ліцензії  
[Creative Commons \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)