

УДК 631.3

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2026.56.110-118>**В.Б. Бойко**, доц., канд. техн. наук, **О. В. Денисенков***Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна**e-mail: boiko.v.b@dsau.dp.ua, service@agrotime.dp.ua*

Аналітичне обґрунтування конструктивних параметрів агромостової машини

У статті розглянуто аналітичне обґрунтування довжини ферми агромоста для мостової технології в точному землеробстві. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю зменшення ущільнення ґрунту ходовими системами сільськогосподарської техніки, підвищення точності виконання технологічних операцій та ефективнішого використання площі поля. У попередніх роботах авторами було запропоновано конструктивну схему агромоста з автономним енергоживленням, а в даній статті поглиблено питання вибору його основного конструктивного параметра – довжини ферми. Запропоновано аналітичну модель визначення корисної площі поля з урахуванням напрямних колій, залишкових смуг, транспортних доріжок і майданчика для агромоста. Додатково введено показник питомої металоємності конструкції. Розрахунки виконано для поля шириною 180 м і довжиною 500 м. Встановлено, що довжина ферми 18 м забезпечує кратний поділ поля на 10 робочих смуг, відсутність залишкової смуги, достатній коефіцієнт землевикористання та помірну металоємність, тому може розглядатися як раціональний компромісний варіант.

Controlled Traffic Farming, агроміст, мостова машина, мостове землеробство, довжина ферми, коефіцієнт землевикористання, питома металоємність, напрямні колії, точне землеробство

Постановка проблеми. Сучасний розвиток аграрного виробництва супроводжується зростанням маси, енергонасиченості та ширини захвату сільськогосподарських машин. З одного боку, це дозволяє підвищити продуктивність виконання технологічних операцій, а з іншого – посилює негативний вплив ходових систем на ґрунтове середовище. Багаторазові проходи машинно-тракторних агрегатів по полю спричиняють ущільнення ґрунту, зменшення його пористості, погіршення водопроникності та повітрообміну, що ускладнює розвиток кореневої системи рослин і збільшує енергетичні витрати на подальший обробіток. Особливо актуальною ця проблема є для інтенсивних технологій вирощування овочевих, технічних і просапних культур, де необхідна висока точність розміщення насіння, добрив, засобів захисту рослин та робочих органів.

Одним із напрямів зменшення негативного впливу ходових систем на ґрунт є застосування колійної та мостової систем землеробства. У таких системах рух технічних засобів обмежується постійними технологічними коліями або напрямними, а основна агротехнічна зона поля залишається вільною від багаторазового ущільнення. Теоретичні передумови використання мостового землеробства розглядалися у працях В. О. Улексіна та В. Т. Надикта, де обґрунтовано доцільність винесення ходової частини машин за межі продуктивної зони поля [1, 2]. Подібні підходи розвиваються і в системах Controlled Traffic Farming, у яких рух машин локалізується в межах постійних технологічних колій [3].

Разом з тим, практичне впровадження мостових машин потребує обґрунтованого вибору їх конструктивних параметрів. Одним із головних параметрів є довжина ферми агромоста, яка визначає ширину робочої смуги, кількість напрямних колій, площу

залишкових смуг і загальний коефіцієнт землевикористання. Однак збільшення довжини ферми не завжди є раціональним, оскільки воно супроводжується зростанням маси конструкції, згинальних навантажень, прогинів і питомої металоємності. Тому вибір довжини ферми повинен здійснюватися не лише за критерієм максимального використання площі поля, а й з урахуванням втрат площі на напрямні колії, транспортні доріжки, майданчик для обслуговування агромота та матеріаломісткості несучої конструкції. Це визначає актуальність аналітичного обґрунтування конструктивних параметрів мостової машини для умов аграрного виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання застосування мостових і широкопрольотних машин в аграрному виробництві розглядається у науковій літературі як один із перспективних напрямів зменшення ущільнення ґрунту та підвищення точності технологічних операцій. Вагомий внесок у формування наукових основ мостового землеробства зроблено В. О. Улексіним. У роботі «Перспективи використання мостового землеробства» автором розглянуто можливість переходу від традиційного руху машин по полю до мостової схеми, за якої ходова частина технічного засобу виноситься за межі основної агротехнічної зони [1]. Подальший розвиток цього напрямку наведено у монографії В. Т. Надикта та В. О. Улексіна «Колійна та мостова системи землеробства», де систематизовано теоретичні положення щодо організації руху машин, зменшення ущільнення ґрунту та формування спеціалізованої польової інфраструктури [2].

Близьким за змістом до мостового землеробства є напрям Controlled Traffic Farming. У працях J. Tullberg зазначено, що обмеження руху техніки постійними технологічними коліями дозволяє локалізувати ущільнення ґрунту та зберегти основну частину площі поля в кращому агрофізичному стані [3]. Подальші дослідження D. Antille та співавторів підтверджують, що контрольований рух техніки є важливим напрямом підвищення ресурсної ефективності рослинництва, проте його результативність значною мірою залежить від узгодження ширини захвату машин, колії та схеми поля [4].

Широкопрольотні та порталні машини розглядаються як подальший розвиток систем контрольованого руху. У роботі V. Bulgakov, V. Adamchuk, L. Nozdrovický та V. Kuvachov досліджено ефективність використання широкопрольотної самохідної мостової машини в системі контрольованого руху. Автори відзначають, що ефективність такої системи залежить від параметрів землекористування, ширини технологічних смуг і способу організації руху машини по полю [5]. У працях, присвячених тяговим і енергетичним характеристикам agricultural gantry systems, розглянуто вплив схеми руху, опору коченню, буксування, параметрів приводу та опорних коліс на ефективність роботи порталних аграрних систем [6, 7].

Окреме значення мають дослідження кінематики та маневреності мостових машин. У роботі I. Beloev та співавторів проаналізовано повороти багатопідпорних мостових машин у системі постійної технологічної колії з урахуванням конструктивних параметрів, режимів руху та навантаження [8]. Практичну реалізацію ідеї широкопрольотного контрольованого руху демонструють сучасні системи типу NEXAT, Eole, ASA-Lift, ETC CTBE та ін., у яких ходова частина концентрується в постійних коліях, а робоча ширина змінюється залежно від технологічної операції [9–12].

Аналіз літературних джерел показує, що наукові дослідження достатньо ґрунтовно охоплюють питання ущільнення ґрунту, контрольованого руху, тягово-енергетичних властивостей і кінематики широкопрольотних машин. Водночас недостатньо узагальненим залишається питання комплексного вибору довжини ферми

агромоста з одночасним урахуванням коефіцієнта землевикористання, втрат площі на напрямні колії, транспортні доріжки, майданчик обслуговування, залишкові смуги та питомої металоємності конструкції. Саме це обумовлює необхідність проведення подальших аналітичних досліджень у цьому напрямі.

Постановка завдання. Метою дослідження є аналітичне обґрунтування раціональної довжини ферми агромоста з урахуванням ефективності використання земельної площі та питомої металоємності несучої конструкції.

Для досягнення поставленої мети необхідно аналітично обґрунтувати раціональну довжину ферми агромоста з урахуванням коефіцієнта землевикористання та питомої металоємності конструкції. Для цього передбачено визначити вплив довжини ферми на кількість робочих смуг, площу напрямних колій, залишкові ділянки, корисну площу поля та втрати, пов'язані з транспортними доріжками і майданчиком для агромоста. Основним результатом має бути вибір такого значення довжини ферми, яке забезпечує раціональний компроміс між ефективним використанням площі поля, відсутністю залишкових смуг і прийнятною металоємністю мостової машини.

Виклад основного матеріалу. У попередніх дослідженнях авторами було запропоновано конструктивну схему агромоста з автономним енергоживленням для мостової технології в точному землеробстві [13]. Запропонована машина розглядається як спеціалізована технічна система, призначена для виконання технологічних операцій у межах попередньо організованої польової інфраструктури (рис. 1). Її принципова особливість полягає у винесенні ходової частини за межі основної агротехнічної зони поля та переміщенні по постійних напрямних або технологічних коліях. Такий підхід дозволяє зменшити ущільнення ґрунту, підвищити точність виконання операцій і створити передумови для використання змінних робочих модулів.

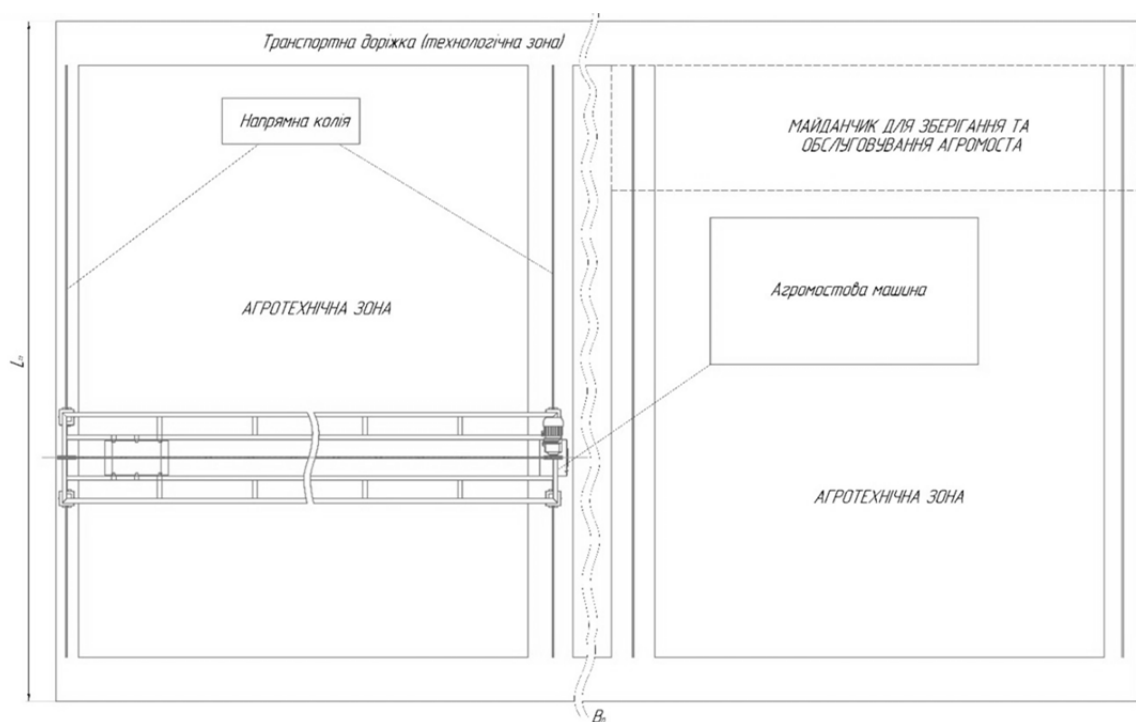


Рисунок 1 – Поле облаштоване за мостової технології землеробства

Джерело: розроблено авторами

Конструктивно агромостова машина включає прогінну частину у вигляді несучої ферми, опорні елементи, ходові візки, напрямні колії, систему автономного енергоживлення, привід переміщення, систему керування та робочий технологічний модуль. Основним елементом, який визначає габаритні, міцнісні та експлуатаційні характеристики машини, є ферма агромоста. Саме її довжина визначає ширину робочої смуги, кількість напрямних колій, площу можливих залишкових ділянок і рівень використання земельної площі. Разом з тим збільшення довжини ферми не може розглядатися лише як позитивний чинник. З одного боку, більша довжина прогінної частини дозволяє зменшити кількість робочих смуг і напрямних колій, що сприяє підвищенню коефіцієнта землевикористання. З іншого боку, зі збільшенням довжини ферми зростають згинальні навантаження, прогини, маса металоконструкції та питома металоємність машини. Тому вибір довжини ферми повинен здійснюватися на основі комплексного підходу, який одночасно враховує планувальні параметри поля та конструктивні характеристики агромоста.

Для аналітичного обґрунтування довжини ферми прийнято прямокутну форму поля, оскільки за такої конфігурації забезпечується найбільш раціональна організація руху агромостової машини. Загальна площа поля визначається за залежністю:

$$F_3 = B_{\text{п}} \cdot L_{\text{п}}, \quad (1)$$

де $B_{\text{п}}$ – ширина поля, м; $L_{\text{п}}$ – довжина поля, м.

Кількість повних робочих смуг, які можуть бути сформовані по ширині поля при заданій довжині ферми, визначається як ціла частина від ділення ширини поля на довжину ферми:

$$N = \left\lfloor \frac{B_{\text{п}}}{L_{\text{ф}}} \right\rfloor, \quad (2)$$

де N – кількість повних робочих смуг; $L_{\text{ф}}$ – довжина ферми агромоста, м.

Якщо довжина ферми не є кратною ширині поля, виникає залишкова смуга, яка не перекривається повною прогінною частиною агромоста. Її ширину можна визначити за формулою:

$$B_{\text{зал}} = B_{\text{п}} - N \cdot L_{\text{ф}}. \quad (3)$$

Відповідно площа залишкової смуги дорівнює:

$$F_{\text{зал}} = B_{\text{зал}} \cdot L_{\text{п}}. \quad (4)$$

Наявність такої смуги є небажаною, оскільки вона знижує ефективність використання площі, ускладнює організацію руху мостової машини та може потребувати додаткового проходу або застосування іншої техніки. Тому при виборі довжини ферми доцільно прагнути до такого значення, за якого ширина поля поділяється на ціле число робочих смуг.

Оскільки суміжні робочі смуги можуть мати спільні напрямні, кількість напрямних колій приймається як:

$$n_{\text{к}} = N + 1. \quad (5)$$

Площа, зайнята напрямними коліями, визначається за залежністю:

$$F_{\text{к}} = n_{\text{к}} \cdot b_{\text{к}} \cdot L_{\text{п}} = (N + 1) \cdot b_{\text{к}} \cdot L_{\text{п}}, \quad (6)$$

де $b_{\text{к}}$ – ширина однієї напрямної або технологічної колії, м.

Крім площі напрямних і залишкової смуги, при організації мостової технології необхідно враховувати додаткові втрати площі, пов'язані з розміщенням майданчика

для агромота, енергетичного обладнання, змінних робочих модулів, а також транспортних доріжок по обидва боки загінки. Оскільки довжина майданчика залежить від довжини агромота і додатково враховує 2 м на технологічні проходи, а ширина майданчика є сталою і дорівнює $b_m=5$ м, площу майданчика можна визначити за формулою:

$$F_m = (L_\phi + 2) \cdot b_m, \quad (7)$$

За умови, що $b_m=5$ м, рівняння (7) отримає вигляд:

$$F_m = (L_\phi + 2) \cdot 5 \quad (8)$$

Корисна площа поля при використанні агромота зменшується на величину площі, зайнятої напрямними коліями, а також на площу залишкової смуги, яка виникає у разі невідповідності довжини ферми кратності ширини поля:

$$F_{\text{кор}} = F_3 - F_k - F_{\text{зал}}, \quad (9)$$

де F_k – площа, зайнята напрямними коліями, м^2 ; $F_{\text{зал}}$ – площа залишкової смуги, що виникає при некрatному поділі ширини поля на робочі смуги, м^2 .

Площа транспортних доріжок, розміщених по обидва боки загінки, визначається як:

$$F_{\text{тр}} = 2 \cdot b_{\text{тр}} \cdot L_\Pi, \quad (10)$$

де $b_{\text{тр}}$ – ширина однієї транспортної доріжки, м.

За умови $b_{\text{тр}} = 2$ м рівняння (8) матиме вигляд:

$$F_{\text{тр}} = 2 \cdot 2 \cdot L_\Pi = 4L_\Pi. \quad (11)$$

З урахуванням усіх складових втрат корисна площа поля $F_{\text{кор}}$ при використанні агромота визначається за формулою:

$$F_{\text{кор}} = F_3 - F_k - F_{\text{зал}} - F_m - F_{\text{тр}}. \quad (12)$$

Коефіцієнт землевикористання визначимо за рівнянням:

$$k_3 = \frac{F_{\text{кор}}}{F_3}, \quad (13)$$

де k_3 – коефіцієнт землевикористання; $F_{\text{кор}}$ – корисна площа поля, м^2 ; F_3 – загальна площа поля, м^2 .

З урахуванням рівняння (13) коефіцієнт землевикористання можна записати у вигляді:

$$k_3 = \frac{B_\Pi L_\Pi - (N+1)b_k L_\Pi - (B_\Pi - N L_\phi)L_\Pi - F_m - 2b_{\text{тр}}L_\Pi}{B_\Pi L_\Pi}. \quad (14)$$

Наведена залежність дозволяє оцінити вплив довжини ферми агромота на ефективність використання земельної площі з урахуванням як постійних, так і змінних втрат. При цьому змінні втрати залежать від довжини ферми та кількості робочих смуг, а постійні – від організації інфраструктури поля.

Для оцінювання впливу довжини ферми на коефіцієнт землевикористання прийнято такі вихідні дані: ширина поля $B_n=180$ м, довжина поля $L_n=500$ м, ширина однієї прямої колії $b_k=0,5$ м, ширину транспортної доріжки $b_{\text{тр}}=2$ м, загальна площа поля становить $F_3=90000 \text{ м}^2$, або 9,0 га.

Для оцінки конструктивної доцільності різних варіантів довжини ферми додатково введено показник питомої металоємності:

$$q_m = \frac{m_\phi}{F_{\text{кор}}}, \quad (15)$$

де m_ϕ –орієнтовна маса ферми, кг.

Орієнтовну масу ферми визначено за степеневою залежністю, яка враховує нелінійне зростання металоємності зі збільшенням довжини прогінної частини:

$$m_\phi = a \cdot L_\phi^b. \quad (16)$$

За базовий варіант прийнято ферму довжиною 18 м з орієнтовною масою $m_\phi=1800$ кг, а показник степеня $b=1,7$. Результати аналітичних досліджень розрахунку для різних значень довжини ферми агропостової машини наведено в таблиці 1 та представлено графічно на рисунку 2.

Таблиця 1 – Результати аналітичних досліджень довжини агропостової машини

L_ϕ , м	N	n_k	$V_{\text{зал}}$, м	$F_{\text{зал}}$, м ²	k_3	$F_{\text{кор}}$, га	m_ϕ , кг	q_m , кг/га	$K_{k3} \cdot 10^3$
10	18	19	0	0	0,924	8,319	663	79,7	11,604
12	15	16	0	0	0,933	8,393	903	107,6	8,663
15	12	13	0	0	0,941	8,467	1320	155,9	6,033
18	10	11	0	0	0,946	8,515	1800	211,4	4,476
20	9	10	0	0	0,949	8,539	2153	252,1	3,763
24	7	8	12	6000	0,887	7,987	2935	367,5	2,415
25	7	8	5	2500	0,926	8,337	3146	377,4	2,454
30	6	7	0	0	0,957	8,609	4290	498,3	1,920
36	5	6	0	0	0,959	8,631	5848	677,6	1,415
40	4	5	20	10000	0,850	7,654	6995	914,0	0,931

Джерело: розроблено авторами

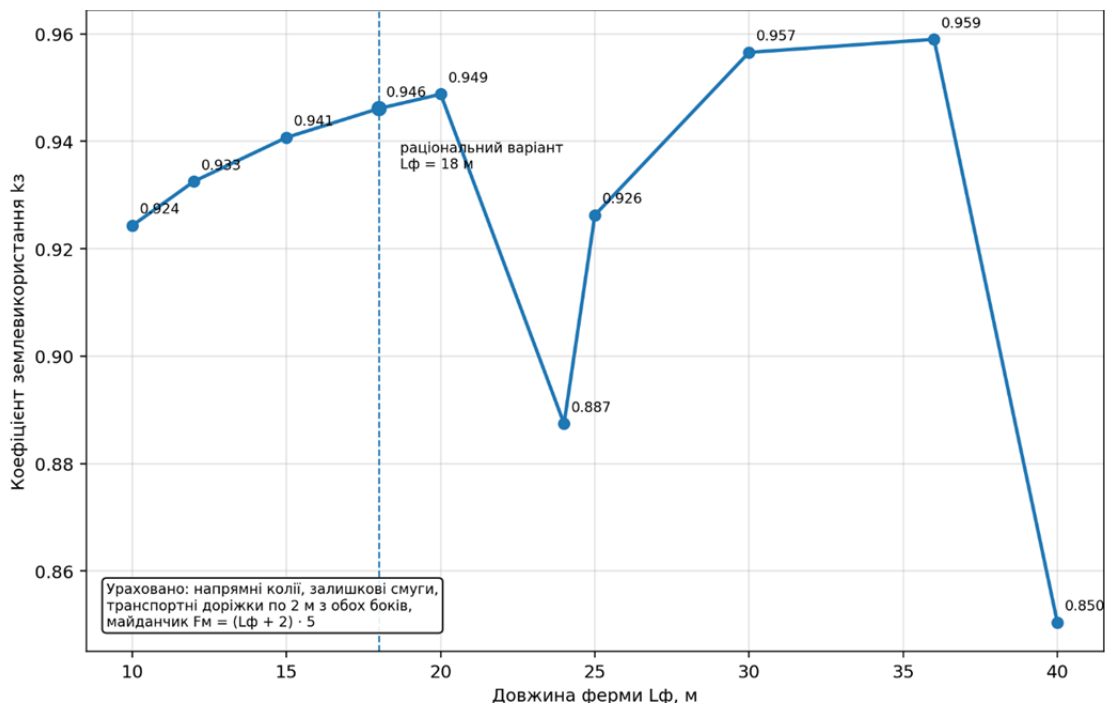


Рисунок 2 – Залежність коефіцієнта землевикористання від довжини ферми агропостової машини

Джерело: розроблено авторами

Отримані результати свідчать, що коефіцієнт землевикористання має нерівномірний характер зміни залежно від довжини ферми агропосту. Це пояснюється тим, що на його значення впливають не лише площі напрямних колій, транспортних доріжок і майданчика для обслуговування, а й наявність залишкової смуги, яка виникає у разі некротного поділу ширини поля на робочі смуги. Найвищі значення коефіцієнта землевикористання спостерігаються у випадках, коли довжина ферми забезпечує кратний поділ ширини поля на ціле число смуг. Для довжин ферми 18, 20, 30 і 36 м залишкова смуга відсутня, що позитивно впливає на корисну площу поля.

Разом з тим збільшення довжини ферми супроводжується суттєвим зростанням орієнтовної маси конструкції та питомої металоємності. Так, при збільшенні довжини ферми з 18 до 36 м коефіцієнт землевикористання зростає лише з 0,9460 до 0,9590, тобто приблизно на 1,37 %, тоді як питома металоємність збільшується з 211,4 до 677,6 кг/га, тобто більш ніж у 3,2 рази. Це свідчить про те, що максимізація коефіцієнта землевикористання не може бути єдиним критерієм вибору довжини ферми, оскільки не враховує зростання матеріаломісткості та ускладнення несучої конструкції.

З урахуванням отриманих результатів, довжина ферми 18 м може розглядатися як раціональний компромісний варіант. Вона забезпечує кратний поділ поля шириною 180 м на 10 робочих смуг, не утворює залишкової смуги, має достатньо високий коефіцієнт землевикористання $k_z=0,946$, корисну площу 8,515 га та помірну питому металоємність 211,4 кг/га. Це дозволяє вважати ферму довжиною 18 м доцільною для мостової машини аграрного призначення.

Висновки. Обґрунтовано доцільність застосування аналітичного підходу до вибору довжини ферми агропосту для мостової технології в точному землеробстві. Запропонована модель дозволяє враховувати не лише ширину поля та довжину ферми, а й втрати площі на напрямні колії, залишкові смуги, транспортні доріжки та майданчик для обслуговування агропосту. Урахування зазначених складових дає змогу точніше визначити корисну площу поля та оцінити ефективність використання земельної ділянки при впровадженні мостової машини.

За результатами розрахунків встановлено, що коефіцієнт землевикористання змінюється нерівномірно та залежить від кратності поділу ширини поля на робочі смуги. Найбільші значення показника спостерігаються за відсутності залишкових смуг. Водночас збільшення довжини ферми супроводжується зростанням маси та питомої металоємності конструкції, тому максимальний коефіцієнт землевикористання не може бути єдиним критерієм вибору.

Для прийнятих умов раціональною є довжина ферми 18 м, яка забезпечує поділ поля шириною 180 м на 10 робочих смуг, коефіцієнт землевикористання $k_z=0,946$, корисну площу 8,515 га та прийнятну питому металоємність. Отримані результати можуть бути використані при проектуванні агропостів і формуванні інфраструктури мостового землеробства.

Список літератури

1. Улексін В. О. Перспективи використання мостового землеробства. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2002. № 1. С. 27–29.
2. Надикто В. Т., Улексін В. О. Колійна та мостова системи землеробства : монографія. Мелітополь : ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2008. 270 с.
3. Tullberg J. N. Controlled traffic farming. *Soil and Tillage Research*. 2010.
4. Antille D. L., Peets S., Galambošová J., Botta G. F., Rataj V., Macak M., Tullberg J. N., Chamen W. C. T., White D. R., Misiewicz P. A., Hargreaves P. R., Bienvenido J. F., Godwin R. J. Review: Soil compaction and controlled traffic farming in arable and grass cropping systems. *Agronomy Research*. 2019. Vol. 17, № 3. P. 653–682. DOI: 10.15159/AR.19.133.

5. Bulgakov V., Adamchuk V., Nozdrovický L., Kuvachov V. Study of effectiveness of controlled traffic farming system and wide span self-propelled gantry-type machine. *Research in Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 64, № 1. P. 1–7.
6. Bulgakov V., Olt J., Kuvachov V., Smolinskyi S. A theoretical and experimental study of the traction properties of agricultural gantry systems. *Agraarteadus : Journal of Agricultural Science*. 2020. Vol. 31, № 1. P. 10–16.
7. Bulgakov V., Kuvachov V., Olt J. Theoretical study on power performance of agricultural gantry systems. *Proceedings of the 30th DAAAM International Symposium “Intelligent Manufacturing & Automation”*. Vienna : DAAAM International, 2019. P. 0167–0175. DOI: 10.2507/30th.daaam.proceedings.022.
8. Beloev I., Kuvachov V., Adamchuk V., Ruzhylo Z. Analytical study of the turns of bridge machines. *Machinery & Energetics*. 2023. Vol. 14, № 3. P. 9–20. DOI: 10.31548/machinery/3.2023.09.
9. NEXAT GmbH. The system: wide-span controlled traffic farming. *NEXAT GmbH* : вебсайт. URL: <https://www.nexat.de/en/the-system/> (дата звернення: 19.02.2026).
10. EOLE Tract. Concept Eole Tract Evolution. Base de recherche et développement Eole-Tract avec l'ICAM institut catholique des arts et des métiers : вебсайт. URL: <https://eole-tract.blogspot.com/> (дата звернення: 29.04.2026).
11. Pedersen H. H. A wide span tractor concept developed for efficient and environmental friendly farming. *Proceedings of the First International Controlled Traffic Farming Conference*. Toowoomba, Australia, 2013. P. 1–7.
12. CTBE. Pesquisa cria colhedora que permite ganho de produtividade. *Brazilian Bioethanol Science and Technology Laboratory (CTBE)*, 2014. URL: <http://ctbe.cnpem.br/colhedora-permite-ganho-produtividade> (дата звернення: 24.03.2026).
13. Бойко В. Б., Денисенков О. В. Агроміст з автономним енергоживленням для мостової технології у точному землеробстві. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2025. Вип. 4(49). С. 211–219. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.32>.

References

1. Uleksin, V. O. (2002). Perspektyvy vykorystannia mostovoho zemlerobstva [Prospects for the use of bridge farming]. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnoho Ahrarnoho Universytetu*, (1), 27–29.
2. Nadykto, V. T., & Uleksin, V. O. (2008). Koliina ta mostova systemy zemlerobstva [Track and bridge farming systems]. TOV “Vydavnychiy budynok MMD”.
3. Tullberg, J. N. (2010). Controlled traffic farming. *Soil and Tillage Research*.
4. Antille, D. L., Peets, S., Galambošová, J., Botta, G. F., Rataj, V., Macak, M., Tullberg, J. N., Chamen, W. C. T., White, D. R., Misiewicz, P. A., Hargreaves, P. R., Bienvenido, J. F., & Godwin, R. J. (2019). Review: Soil compaction and controlled traffic farming in arable and grass cropping systems. *Agronomy Research*, 17(3), 653–682. <https://doi.org/10.15159/AR.19.133>
5. Bulgakov, V., Adamchuk, V., Nozdrovický, L., & Kuvachov, V. (2018). Study of effectiveness of controlled traffic farming system and wide span self-propelled gantry-type machine. *Research in Agricultural Engineering*, 64(1), 1–7.
6. Bulgakov, V., Olt, J., Kuvachov, V., & Smolinskyi, S. (2020). A theoretical and experimental study of the traction properties of agricultural gantry systems. *Agraarteadus : Journal of Agricultural Science*, 31(1), 10–16.
7. Bulgakov, V., Kuvachov, V., & Olt, J. (2019). Theoretical study on power performance of agricultural gantry systems. In *Proceedings of the 30th DAAAM International Symposium “Intelligent Manufacturing & Automation”* (pp. 0167–0175). DAAAM International. <https://doi.org/10.2507/30th.daaam.proceedings.022>
8. Beloev, I., Kuvachov, V., Adamchuk, V., & Ruzhylo, Z. (2023). Analytical study of the turns of bridge machines. *Machinery & Energetics*, 14(3), 9–20. <https://doi.org/10.31548/machinery/3.2023.09>
9. NEXAT GmbH. (2024). The system: Wide-span controlled traffic farming. Retrieved February 19, 2026, from <https://www.nexat.de/en/the-system/>
10. EOLE Tract. (n.d.). Concept Eole Tract Evolution: Base de recherche et développement Eole-Tract avec l'ICAM Institut Catholique des Arts et Métiers. Retrieved April 29, 2026, from <https://eole-tract.blogspot.com/>
11. Pedersen, H. H. (2013). A wide span tractor concept developed for efficient and environmental friendly farming. In *Proceedings of the First International Controlled Traffic Farming Conference* (pp. 1–7). Toowoomba, Australia.

12. CTBE. (2014). Pesquisa cria colhedora que permite ganho de produtividade. *Brazilian Bioethanol Science and Technology Laboratory*. Retrieved March 24, 2026, from <http://ctbe.cnpem.br/colhedora-permite-ganho-produtividade>
13. Boiko, V. B., & Denysenkov, O. V. (2025). Ahromist z avtonomnym enerhozhylenniam dlia mostovoi tekhnolohii u tochnomu zemlerobstvi [Agrobridge with autonomous power supply for bridge technology in precision farming]. *Podilskyi Visnyk: Agriculture, Engineering, Economics*, 4(49), 211–219. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.32>

Vladyslav Boiko, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Oleksandr Denysenkov**

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Analytical Substantiation of the Design Parameters of an Agro-Bridge Machine

The article presents an analytical substantiation of the design parameters of an agro-bridge machine intended for the implementation of bridge farming technology in precision agriculture. The relevance of the study is determined by the need to reduce soil compaction caused by repeated passes of conventional agricultural machinery and to improve the efficiency of land use during field operations. Bridge and controlled traffic farming systems make it possible to localize the movement of machinery within permanent traffic lanes, while the cultivated area remains free from the direct impact of running gear. However, the practical application of agro-bridge machines requires a scientifically based choice of their main structural parameters, among which the span length of the supporting frame is of primary importance.

The study proposes an analytical model for determining the useful field area depending on the span length of the agro-bridge machine. The model takes into account the total field dimensions, the number of working strips, the area occupied by guide tracks, residual strips formed when the field width is not divided evenly by the machine span, transport lanes, and the service area for the agro-bridge. In addition, the specific metal consumption of the structure is introduced as an important indicator for evaluating the feasibility of increasing the machine span. This makes it possible to assess not only the land-use efficiency but also the material intensity of the supporting structure.

Calculations were performed for a rectangular field 180 m wide and 500 m long. The obtained results show that the land-use coefficient changes unevenly with an increase in the span length. The highest values are achieved when the field width is divided into an integer number of working strips without residual areas. At the same time, increasing the span length leads to a significant increase in the estimated mass and specific metal consumption of the frame. Therefore, the maximum land-use coefficient cannot be considered the only criterion for selecting the span length.

It was established that, under the accepted conditions, a span length of 18 m provides a rational compromise between land-use efficiency and structural material consumption. This option ensures division of the 180 m field width into 10 working strips, eliminates residual field areas, provides a land-use coefficient of 0.946, and maintains an acceptable level of specific metal consumption. The obtained results can be used in the design of agro-bridge machines and in the planning of infrastructure for bridge farming systems in precision agriculture.

agro-bridge machine, bridge farming, controlled traffic farming, precision agriculture, span length, land-use coefficient, useful field area, guide tracks, specific metal consumption, structural parameters

Одержано (Received) 21.06.2026

Прорецензовано (Reviewed) 23.06.2026

Прийнято до друку (Approved) 26.06.2026