

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 бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Обґрунтування складу машинного парку для забезпечення обробітку ґрунту під посів та посіву озимої пшениці в умовах ТОВ «МХП – Урожайна країна» Роменського району Сумської області»

Виконав:

(підпис)

Горбик Д.О.
(Прізвище, ініціали)

Група:

_____ АІ 2202 – 1ст.

(Науковий) керівник:

(підпис)

Харченко Ф.М.
(Прізвище, ініціали)

Суми – 2025

АНОТАЦІЯ

Горбик Д.О.

Обґрунтування складу машинного парку для забезпечення обробітку ґрунту під посів та посіву озимої пшениці в умовах ТОВ «МХП – Урожайна країна» Роменського району Сумської області

ОПП Агроінженерія

Спеціальність 208 Агроінженерія

Сумський національний аграрний університет

М. Суми, 2025р.

Пояснювальна записка містить в собі 45 аркушів, 8 – таблиць, 22 – використаних джерел літератури, і 5 – графічних аркушів.

В кваліфікаційній роботі наведена характеристика господарства: ґрунтово-кліматичні умови, структура вирощувальних культур, використання техніки.

При вирощуванні озимої пшениці по інтенсивній технології розроблений комплекс заходів по передпосівному обробітку ґрунту, визначений кількісний і якісний склад технічних засобів при вирощуванні культури.

Розроблені заходи по охороні праці при вирощуванні культури а також природоохоронні заходи в процесі вирощування озимої пшениці.

Розрахований економічний аналіз ефективності удосконаленої технології.

Ключові слова: озима пшениця, машиновикористання, машинний агрегат, машинотракторний парк, використання техніки, технологія.

ANNOTATION

Horbyk D.O.

Justification of the composition of the machinery fleet to ensure soil cultivation for sowing and sowing of winter wheat in the conditions of LLC "MHP – Urozhaina kraina" of Romensky district, Sumy region

EP Agroengineering

Specialty 208 Agroengineering

Sumy National Agrarian University

Sumy, 2025

The explanatory note contains 45 sheets, 8 - tables, 22 - used literature sources, and 5 - graphic sheets.

The qualification work provides a characteristic of the farm: soil and climatic conditions, the structure of cultivated crops, the use of equipment.

When growing winter wheat using intensive technology, a set of measures for pre-sowing soil cultivation has been developed, the quantitative and qualitative composition of technical means for growing the crop has been determined.

Measures for labor protection during growing the crop, as well as environmental protection measures in the process of growing winter wheat, have been developed.

An economic analysis of the effectiveness of the improved technology has been calculated.

Keywords: winter wheat, machine use, machine unit, machine and tractor fleet, use of equipment, technology.

ЗМІСТ

Вступ	7
1.АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА	8
1.1 Місце розташування та напрямок діяльності господарства	8
1.2 Структура землевикористання та посівних площ	9
1.3 Склад машинного парку	10
2 ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	13
2.1. Технологічні властивості озимої пшениці	13
2.2. Обґрунтування технічних засобів для виконання технологічного процесу "дискування"	16
2.3 Організація виконання технологічного процесу "дискування"	25
33. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА	36
3.1. Необхідність застосування пристрою, його будова і робота	36
3.2 Інженерні розрахунки	37
4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	39
ВИСНОВКИ	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	43

ВСТУП

Сучасне рослинництво базується на застосуванні інтенсивних методів вирощування сільськогосподарських культур. Такі підходи передбачають впровадження комплексу технологічних заходів, які дозволяють повною мірою реалізувати генетичний потенціал вирощуваного сорту та досягти рівня врожайності, що перевищує природні біокліматичні можливості регіону. Основним принципом подібних технологій є створення найсприятливіших умов для росту і розвитку культур на всіх фазах їхнього формування.

Жодна аграрна технологія не може функціонувати без відповідного технічного оснащення. Відсутність механізованих засобів робить практичне застосування методів неможливим, тому ключовим аспектом впровадження сучасних рішень є забезпечення їх належною технічною базою.

Максимальна ефективність досягається лише за умов поєднання технологічного процесу з оптимально підібраними засобами механізації. Кожен етап вирощування має бути забезпечений найбільш придатною технікою, що дозволяє виконувати операції у стислі терміни, з високою якістю, мінімальними витратами праці та ресурсів. Це, у свою чергу, сприяє зниженню собівартості продукції та покращенню її якості.

У даному дослідженні розглянуто оптимальний набір технічних засобів і їх ефективне використання під час застосування інтенсивної технології вирощування пшениці озимої.

1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Місце розташування та напрямок діяльності господарства

ТОВ «Урожайна країна» — це сільськогосподарське підприємство, що розпочало свою діяльність у червні 2010 року. Основною спеціалізацією є вирощування різних культур, зокрема озимої пшениці, кукурудзи, сої, соняшнику, гірчиці та гречки. Компанія входить до структури агрохолдингу *Миронівський хлібопродукт*. Загальна площа сільгоспугідь становить приблизно 31 тисячу гектарів. Штат налічує понад 300 працівників. Адміністративний центр розташований у місті Ромни. Господарська діяльність охоплює території Роменського та Сумського районів Сумщини. Компанія утримує провідні позиції серед вітчизняних виробників аграрної продукції.

«Урожайна країна» активно впроваджує новітні розробки та технології у сільське господарство. Зокрема, в останні роки реалізується програма з розвитку *точного землеробства*, яка включає такі елементи:

1. Використання технології диференційованого висіву (щільність, точне розміщення насіння).
2. Впровадження автоматичних систем для відключення окремих секцій сільгосптехніки під час розворотів і перекриттів.
3. Моніторинг показників, що характеризують якість посівних робіт.
4. Передача інформації про виконані агрооперації на сервер, зберігання та аналітичний контроль за допомогою системи *Slingshot*.
5. Застосування підрулювальної системи *SmarTrax*.
6. Картографування врожайності та створення схем для внесення добрив за змінними нормами.

Крім того, широко застосовуються методи дистанційного моніторингу стану посівів, зокрема через супутникові знімки та оперативні обстеження з використанням безпілотників. Для цього використовують апарати крилатої конструкції, що фіксують інфрачервоний спектр, а також коптери, які працюють у діапазоні видимого світла. Завдяки цим інструментам можливо

оцінити ситуацію на полях: визначити рівномірність висіву (виявити пропуски або накладення), ефективність застосування гербіцидів, дружність появи сходів і стан вегетації культур. Агропідприємство постійно вдосконалює підходи до підвищення родючості ґрунтів, застосовуючи лише високоякісне насіння, добрива та препарати захисту рослин, вироблені авторитетними світовими компаніями.

1.2 Структура землевикористання та посівних площ

Навіть за умов значних труднощів у попередньому році, ТОВ "Урожайна країна" продемонструвало найвищі показники врожайності серед усіх аграрних компаній Сумщини (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Валовий збір за 2024 рік

№ п/п	Культура	Збір, т
1	Соняшник	21 302
2	Соняшник високоолеїновий	7 288
3	Соя	6 868
4	Кукурудза	810 000
5	Пшениця озима	11 034

Дані про використання посівних площ та динаміку врожайності наведено в табл. 1.2 та рис. 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.2 - Площі та врожайність вирощуваних агрокультур

№ п/п	Агрокультура	2022 рік		2023 рік		2024 рік	
		Площа, га	Урожайність, ц/га	Площа, га	Урожайність, ц/га	Площа, га	Урожайність, ц/га
1	Озима пшениця	2200	50,8	2300	49,7	2360	48
2	Соя	2500	27	3650	26,3	3700	26,7
3	Соняшник	4800	35	5190	33,7	5400	36
4	Кукурудза	13000	94	13500	92,2	14000	95
5	Всього	22500	-	24640	-	25460	-



Рис. 1.1 - Структура посівних площ під основними агрокультурами

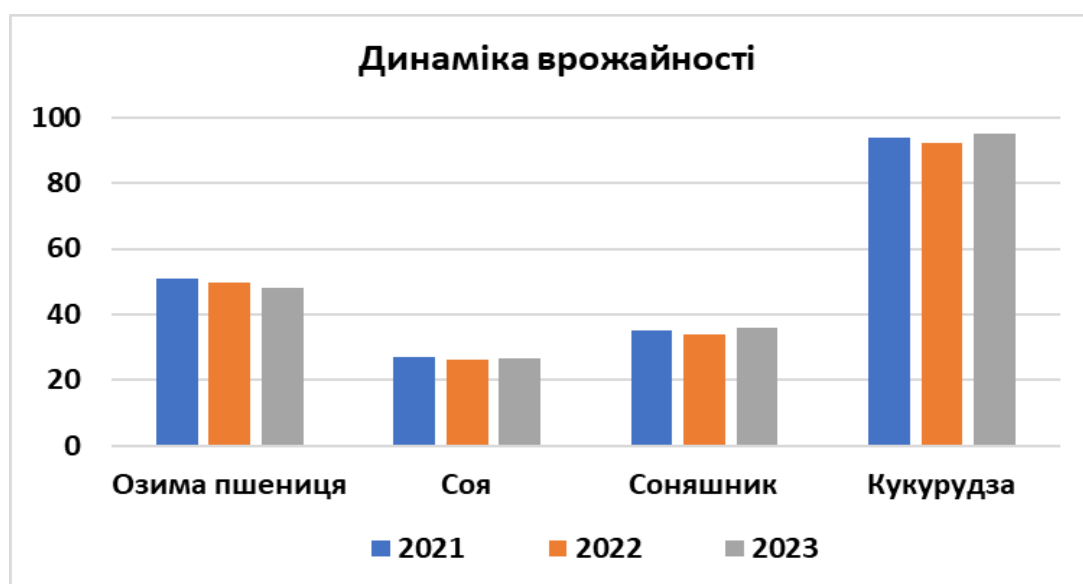


Рис. 1.2 - Показники врожайності основних агрокультур

1.3 Склад машинного парку

Матеріально-технічне забезпечення ТОВ "Урожайна країна" включає сучасний машинно-тракторний комплекс. Інформація щодо типів та чисельності тракторів, вантажного транспорту, зернозбиральної техніки та іншого сільськогосподарського обладнання подана у таблицях далі.

Таблиця 1.3 - Склад тракторного парку

№ п/п	Марка	Кількість	Потужність, кВт
1	John Deere 6132M	4	95
2	John Deere 8R	8	250
3	Fendt Vario 1000/1050	7	285
4	New Holland T8/T9	6	300
5	MTЗ-1221	2	90

Таблиця 1.4 - Склад парку складних машин

№ п/п	Марка	Кількість	Назва
1	Claas Lexion 620	2	Комбайн зернозбиральний
2	Claas Lexion 770	2	Комбайн зернозбиральний
3	John Deere T series	3	Комбайн зернозбиральний
4	John Deere S series	4	Комбайн зернозбиральний
5	New Holland CX8000	4	Комбайн зернозбиральний
6	New Holland CR9000	4	Комбайн зернозбиральний

Таблиця 1.5 - Склад парку агромашин

№ п/п	Назва	Марка	Кількість
1	Плуг	GREGOIRE BESSON SPR (6+1)	2
2	Плуг	LEMKEN Euro Opal-6 (5+1)	2
3	Глибкорозпушувач	KUHN In-Line Ripper 4830	5
4	Грунтообробна машина	Case IH Ecolotiger.	4
5	Грунтообробна машина	Kuhn Excelerator.	2
6	Грунтообробна машина	FAST A18-60	3
7	Культиватор	Polaris 8	5
8	Борона дискова	Horsch Joker 5 / 8 RT	4
9	Борона дискова	John Deere 630	2
10	Борона дискова	LEMKEN Rubin 9/600	2
11	Сівалка	Pottinger Terrasem V 9000 Classic	3
12	Сівалка	John Deere 7000	4
13	Сівалка	Precision Planting	4
14	Обприскувач	Berthoud Raptor 3240	4
15	Обприскувач	John Deere R4030	5

Під час вивчення показників роботи ТОВ «Урожайна країна» та оцінки технічного рівня забезпечення виробничих процесів, зокрема під час вирощування озимої пшениці, можна зробити висновок, що агровиробництво має інтенсивний характер. Водночас протягом останніх трьох років не зафіксовано приросту врожайності. Однією з можливих причин є недостатня ефективність обробки ґрунту, а також обмежена або неякісна подача мінеральних добрив.

Кваліфікаційна робота, виконана на базі цього господарства, має на меті створення удосконаленого технічного рішення для передпосівної обробки ґрунту під озиму пшеницю. Це дозволить скоротити витрати на ручну працю та фінансові ресурси в процесі вирощування, покращити якість підготовки ґрунту до посіву та загалом підвищити ефективність технологічного процесу.

2 ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

2.1 Технологічні властивості озимої пшениці

Серед зернових агрокультур, що вирощуються в Україні, озима пшениця потребує найбільш специфічних умов для ґрунту та сівозміни. Пшениця належить до культур з високими вимогами до ґрунтових і агрокультурних умов, що перевищують потреби інших злакових рослин. Це зумовлено її порівняно слабкою кореневою системою. Найкращі врожаї дає вирощування пшениці на ґрунтах, багатих на гумус, здатних утримувати вологу, з рН в межах 6,5-7,2. Якщо ґрунт кислий, потрібне вапнування. Пшениця чутлива до дефіциту кальцію, а також до нестачі таких мікроелементів, як алюміній і марганець.

Передпосівний обробіток ґрунту та посів озимої пшениці є важливими етапами у технології вирощування цієї культури, що значною мірою визначають майбутній урожай. Передусім, слід відзначити, що основною метою передпосівного обробітку є створення сприятливих умов для проростання насіння, формування дружних сходів, а також боротьба з бур'янами, шкідниками та хворобами. Важливо забезпечити оптимальну структуру ґрунту, достатній рівень вологості, а також акумулювання вологи в посівному шарі. Передпосівні заходи залежать від попередника, типу ґрунту, кліматичних умов та технічних можливостей господарства.

Зазвичай після збирання попередника (наприклад, гороху, ріпаку або ранніх зернових) проводиться луцення стерні для знищення падалиці та бур'янів. Потім, залежно від погодних умов і засміченості поля, проводиться основний обробіток – оранка або дискування, глибоке розпушення або чизелювання. На важких ґрунтах перевагу віддають оранці на глибину 20–25 см, яка забезпечує хороший водно-повітряний режим. На легших ґрунтах можливе застосування безвідвального або поверхневого обробітку, що сприяє збереженню вологи та мінімізації витрат.

Безпосередньо перед сівбою здійснюється передпосівна культивація або боронування для вирівнювання поверхні поля, знищення кірки, ущільнених прошарків та підготовки посівного ложа. Особливо важливим є дотримання строків сівби. Занадто ранній або пізній посів може негативно позначитися на перезимівлі рослин. Оптимальні строки залежать від регіону, але загалом припадають на період з другої декади вересня до початку жовтня.

Глибина загортання насіння становить, як правило, 4–6 см. Важливо забезпечити рівномірність сівби та щільний контакт насіння з ґрунтом. Норма висіву залежить від сорту, строків посіву, густоти стояння рослин та агрофону і зазвичай становить 4–6 млн схожих насінин на гектар. Сучасні сівалки дозволяють досягати високої точності висіву, рівномірного розміщення насіння та внесення стартових добрив.

Також важливу роль у передпосівний період відіграє внесення мінеральних добрив. Залежно від агрохімічного аналізу ґрунту застосовуються азотні, фосфорні та калійні добрива. Перевагу надають фосфору, який сприяє розвитку кореневої системи, що є критичним для успішної перезимівлі озимої пшениці.

Загалом, якісний передпосівний обробіток та своєчасна і технічно грамотна сівба забезпечують умови для дружних і сильних сходів, що є запорукою високої продуктивності культури. Раціональне поєднання агротехнічних прийомів, врахування особливостей поля та погодних умов дозволяє досягти стабільних і високих урожаїв озимої пшениці.

Машинне забезпечення передпосівного обробітку ґрунту та посіву озимої пшениці є важливим аспектом сучасного аграрного виробництва, оскільки від цього залежить рівень урожайності та ефективність використання земельних ресурсів. Для забезпечення оптимальних умов для розвитку рослин потрібно правильно вибрати й налаштувати машини, які здійснюють цей комплекс операцій.

Передпосівний обробіток ґрунту включає кілька етапів, таких як оранка, культивація, боронування та рівняння поверхні. Для кожного з цих етапів

використовуються спеціалізовані сільськогосподарські машини. Оранка здійснюється за допомогою плугів, які можуть бути різних конструкцій, зокрема реверсивні плуги для підвищення ефективності роботи на великих площах. Культиватори застосовуються для розпушування ґрунту, що дозволяє зберігати вологу та покращувати аерацію, необхідну для проростання насіння. Боронування, в свою чергу, забезпечує вирівнювання поверхні та знищення бур'янів, що знижує конкуренцію для культурних рослин.

Посів озимої пшениці вимагає точності та високої продуктивності. Для цього використовуються сівалки, які можуть бути різних типів: широкозахватні, точного висіву або комбіновані. Сучасні сівалки оснащені системами автоматичного регулювання глибини висіву, що дозволяє зберегти рівномірність посіву та забезпечити оптимальні умови для проростання насіння. Такі сівалки також можуть працювати з різними типами насіння та добрив, що дозволяє знижувати витрати на внесення добрив і підвищувати ефективність використання ресурсів.

Машини для обробітку ґрунту та посіву повинні відповідати низці вимог, серед яких висока продуктивність, надійність, точність та економічність. Вони повинні забезпечувати максимально можливу механізацію процесів та мінімізацію витрат праці. Важливою складовою є також екологічна безпека, адже неправильно налаштоване обладнання може призвести до перевантаження ґрунту, що знижує його родючість у майбутньому.

Уже зараз на ринку є інноваційні технології, які дозволяють знижувати витрати на обробіток ґрунту завдяки використанню системи точного землеробства. Такі технології включають використання дронів для моніторингу стану ґрунту та посівів, а також датчиків, які автоматично коригують налаштування машин у реальному часі. Ці новітні рішення допомагають досягти максимального ефекту при мінімальних витратах.

2.2. Обґрунтування технічних засобів для виконання технологічного процесу "дискування"

Задача вибору раціонального складу МТА є багатоваріантною. Із числа можливих варіантів складу МТА потрібно сформувавши вихідну множину альтернативних варіантів, які, в свою чергу, оцінюються відповідною множиною критеріїв.

При обґрунтуванні множини критеріїв важливо уникати наявності в одному наборі величин із тісними функціональними чи кореляційними зв'язками, тобто – взаємозалежних критеріїв.

Багатокритеріальну оцінку варіантів доцільно здійснювати по методу Парето. Суть методу полягає у виявленні варіантів, які домінують над іншими за прийнятими критеріями.

Вибрати кращий склад агрегату із декількох запропонованих варіантів (не менше трьох), які придатні для виконання технологічної операції в роботі, за такими критеріями: продуктивність W , питомі витрати палива на заданих умовах одиницю обсягу роботи $g_{за}$, затрати сукупної енергії $E_{шт}$ і собівартість години роботи технічного засобу $C_{мз}$.

Для цього, запропоновані варіанти технічних засобів і їх параметри, які вибираємо із довідкової літератури [2,3], заносимо в табл. 2.1.

Таблиця 1.1. Технічні характеристики агрегатів.

(№ варіанту)	Потужність двигуна $N_{ен}$, кВт	Маса технічного засобу, кг			Продуктивність за годину основного часу W_o , га/год	Питомі витрати палива $g_{ен}$, г/кВт год
		Трактора	с - г машини	самохідного агрегату		
1. John Deere 8R 310+Horsch Joker 6 RT	228	13400	3600		7,38	250
2. John Deere 8R 310+LEMKEN Rubin	228	13400	4800		7,2	250

Продуктивність технічного засобу, га/год:

$$W_{z.зм} = W_o \cdot \tau_{зм}; \quad (1.1)$$

$$W_{z.зм1} = 7,38 \cdot 0,81 = 5,9778;$$

$$W_{z.зм2} = 7,2 \cdot 0,81 = 5,832;$$

де: W_o – продуктивність за годину основного часу, га/год (табл. 1.1);

$t_{зм}$ – коефіцієнт використання часу зміни [3, табл. 5.2],

$$t_{зм} = 0,81$$

Витрати палива на один гектар при номінальному завантаженні двигуна технічного засобу, кг/га:

$$g_{za} = \frac{10^{-3} N_{en} \cdot g_{en}}{W_{z.z.m}}; \quad (1.2)$$

$$g_{za1} = 0,228 \cdot 250 / 5,9778 = 9,54;$$

$$g_{za2} = 0,228 \cdot 250 / 5,832 = 9,77;$$

де: N_{en} – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт (табл. 1.1);

g_{en} – питомі витрати палива двигуна, г/кВт·год (табл. 1.1).

Затрати сукупної непоновлюваної енергії, МДж/га:

$$E_{nn} = \alpha_n g_{za} + \sum_{m=1}^m \alpha_{mi} g_{mi} + \frac{\alpha_{mp} M_{mp} + \sum_{np=1}^n \alpha_{np} M_{np} + \sum_{p=1}^k \alpha_p M_p + \sum_{i=1}^j \alpha_i N_i}{W_{z.z.m}} \quad (1.3)$$

де: α_n – енергетичні еквіваленти витраченого палива, МДж/кг; [3, табл. 6.9];

$$\alpha_{n1} = 52,8$$

$$\alpha_{n2} = 52,8$$

g_{za} – витрати палива на одиницю роботи, кг/га (результати розрахунків формули 1.2);

α_{mi} – енергетичні еквіваленти технологічних матеріалів, МДж/одиницю виміру. [3, табл. 6.9];

$$\alpha_{mi1} = 0,000$$

$$\alpha_{mi2} = 0,000$$

g_{mi} – витрати технологічних матеріалів, кг/одиницю роботи (із завдання по конкретній операції);

$$g_{mi1} = 0,000$$

$$g_{mi2} = 0,000$$

α_{mp} , α_{pm} – енергетичні еквіваленти години роботи трактора, причепів, зчіпки, робочих машин, МДж/кг × год;

$$\alpha_{mp1} = 0,0243$$

$$\alpha_{mp2} = 0,0243$$

$$\alpha_{pm1} = 0,080$$

$$\alpha_{pm2} = 0,080$$

M_{mp} , M_p – маса трактора, причепів, зчіпки, робочих машин, кг; (табл.1.1);

$$M_{mp1} = 13400 \quad M_{mp2} = 13400$$

$$M_{p1} = 3600 \quad M_{p2} = 4800$$

a_i – енергетичний еквівалент години праці персоналу, МДж/людгод; [3, табл. 6.8];

$$\begin{aligned} a_i &= 60,8 && \text{тракториста,} \\ a_i &= 0,0 && \text{підсобного працівника.} \end{aligned}$$

N_i – кількість працюючих i -тої категорії, люд. (згідно з умовами використання МТА).

$$N_i = 1$$

$$\begin{aligned} E_{nn1} &= (52,8 \cdot 9,54 + 0 \cdot 0) + ((0,0243 \cdot 13400 + 0,08 \cdot 3600 + (60,8 + 0 \cdot 1)) / 5,977) \\ &= 616,28; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{nn2} &= (52,8 \cdot 9,77 + 0 \cdot 0) + ((0,0243 \cdot 13400 + 0,08 \cdot 4800 + (60,8 + 0 \cdot 1)) / 5,832) \\ &= 648,15; \end{aligned}$$

Собівартість години роботи технічного засобу, грн./год:

$$C_{mз} = A + K + Z_{\phi} + \Pi + C_m + Z_n + B_n + B_m + B_{mo}; \quad (1.4)$$

де: A – амортизаційні відрахування, грн./год;

K – витрати на погашення кредиту, грн./год;

Z_{ϕ} – витрати на зберігання технічних засобів, грн./год;

Π – податок на технічні енергетичні засоби, грн./год;

C_m – страхові внески, грн./год;

Z_n – витрати на оплату праці персоналу, грн./год;

B_n – вартість паливно-мастильних матеріалів, грн./год;

B_m – вартість технологічних матеріалів, грн./год;

B_{mo} – вартість технічного обслуговування, грн./год.

Амортизаційні відрахування, грн./год

(визначаються окремо для трактора і для робочої машини)

$$A = \frac{(\Pi_n - \Pi_k)}{T_p \cdot T_z} \quad (1.5)$$

де: Π_n – вартість нового технічного засобу, грн. [3, табл. 6.7];

Таблиця 2.2. Вартість нових тракторів та сільськогосподарських машин.

Марка трактору	John Deere 8R 310	John Deere 8R 310
Вартість, грн.	12000000	12000000
Марка с-г машини	Horsch Joker 6 RT	LEMKEN Rubin 9/600
Вартість, грн.	2100000	2400000

Π_k – вартість технічного засобу в кінці експлуатації, грн.

$$\Pi_k = \Pi_{мб} \cdot M_{тз}; \quad (1.6)$$

$$\Pi_{км1} = 6 \cdot 13400 = 80400;$$

$$\Pi_{км2} = 6 \cdot 13400 = 80400;$$

$$\Pi_{кс-21} = 6 \cdot 3600 = 21600;$$

$$\Pi_{кс-22} = 6 \cdot 4800 = 28800;$$

де: $\Pi_{мб}$ – вартість металобрухту, $\Pi_{мб} = 6,0$

$M_{тз}$ – маса технічного засобу, кг (табл. 1.1),

T_p – строк служби трактору, роки;

$$T_{p1} = 10$$

$$T_{p2} = 10$$

$T_{с.г.м}$ – строк служби с.г. машини, роки;

$$T_{с.г.м1} = 10$$

$$T_{с.г.м2} = 10$$

T_z – нормативне завантаження технічного засобу на протязі року, год.

[3 табл. 6.7],

$$T_{з.тп1} = 1600$$

$$T_{з.тп2} = 1600$$

$$T_{з.сгм1} = 200$$

$$T_{з.сгм2} = 200$$

$$A_{тп1} = (12000000 - 80400) / (10 \cdot 1600) = 744,98;$$

$$A_{тп2} = (12000000 - 80400) / (10 \cdot 1600) = 744,98;$$

$$A_{сгм1} = (2100000 - 21600) / (10 \cdot 200) = 1039,2;$$

$$A_{сгм2} = (2400000 - 28800) / (10 \cdot 200) = 1185,6;$$

$$A_{азр1} = 744,98 + 1039,2 = 1784,2;$$

$$A_{азр2} = 744,98 + 1185,6 = 1930,6;$$

Витрати на погашення кредиту, грн./год.

(визначаються окремо для трактора і робочої машини)

$$K = \frac{(\Pi_n - \Pi_k)k}{2T_p \cdot T_3} \quad (1.7)$$

де: k – доля відрахувань на погашення кредиту ($k = 0,27 \dots 0,30$); $k = 0,28$

$$K_{мп1} = ((12000000 - 80400) * 0,28) / (2 * 10 * 1600) = 104,297;$$

$$K_{мп2} = ((12000000 - 80400) * 0,28) / (2 * 10 * 1600) = 104,297;$$

$$K_{сзм1} = ((2100000 - 21600) * 0,28) / (2 * 10 * 200) = 145,488;$$

$$K_{сзм2} = ((2400000 - 28800) * 0,28) / (2 * 10 * 200) = 165,984;$$

$$K_1 = 104,297 + 145,488 = 249,78;$$

$$K_2 = 104,297 + 165,984 = 270,28;$$

Витрати на зберігання технічних засобів, грн./год.

(визначаються окремо для трактора і робочої машини)

$$З_б = \frac{(\Pi_n - \Pi_k)a}{T_p \cdot T_3} \quad (1.8)$$

де: a – доля вартості технічних засобів, яка витрачається на організацію зберігання ($a = 0,01$).

$$З_{б.мп1} = ((12000000 - 80400) * 0,01) / (10 * 1600) = 7,45;$$

$$З_{б.мп2} = ((12000000 - 80400) * 0,01) / (10 * 1600) = 7,45;$$

$$З_{б.сзм1} = ((2100000 - 21600) * 0,01) / (10 * 200) = 10,392;$$

$$З_{б.сзм2} = ((2400000 - 28800) * 0,01) / (10 * 200) = 11,856;$$

$$З_{б1} = 7,45 + 10,392 = 17,842;$$

$$З_{б2} = 7,45 + 11,856 = 19,306;$$

Податок на технічні засоби, грн./год.:

$$\Pi = \frac{\Pi_p}{T_3} \quad (1.9)$$

де: Π_p – річний податок, грн.

(трактори класу 5т – 520; 3т – 400 грн.; 1,4т – 240 грн.;)

$$\Pi_{pm1} = 400 \quad \Pi_{pm2} = 400$$

$$\Pi_{pc1} = 0 \quad \Pi_{pc2} = 0$$

$$\Pi_{mp1} = 400/1600=0,25;$$

$$\Pi_{mp2} = 400/1600=0,25;$$

$$\Pi_{czm1} = 0/200=0;$$

$$\Pi_{czm2} = 0/200=0;$$

$$\Pi_1 = 0,25+0=0,25;$$

$$\Pi_2 = 0,25+0=0,25;$$

Витрати на оплату праці персоналу, грн./год.:

$$Z_n = \sum_i^N C_{zi} \quad (1.10)$$

де: C_{zi} – годинна тарифна ставка механізаторів і обслуговуючого персоналу.

Ставка механізатора:

1. John Deere 8R 310+Hors 81,53

2. John Deere 8R 310+LEM 81,53

Ставка обслуговуючого персоналу:

1. John Deere 8R 310+Hor 0

2. John Deere 8R 310+LEM 0

$$Z_{n1} = 81,53+0=81,53;$$

$$Z_{n2} = 81,53+0=81,53;$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів, грн./год.:

$$B_n = (1,1...1,15) \Pi_n \cdot g_{za} \gamma_n \cdot W_{z.3m} \quad (1.11)$$

де: Π_n – ціна палива, ($\Pi_n = 50$ грн./л);

γ_n – питомий об'єм палива, л/кг (для дизельного $\gamma_n = 1,2$); $\gamma_n = 1,2$

$$B_{n1} = 1,15 \cdot 50 \cdot 9,54 \cdot 1,2 \cdot 5,9778 = 3933;$$

$$B_{n2} = 1,15 \cdot 50 \cdot 9,77 \cdot 1,2 \cdot 5,832 = 3933;$$

Вартість технічного обслуговування, грн./год.

(визначається окремо для трактора і робочої машини)

$$B_{TO} = \frac{(C_n - C_k) \alpha_{TO}}{2T_p \cdot T_3} \quad (1.12)$$

де: α_{mo} – норма річних відрахувань на технічне обслуговування в долях одиниці. [3, табл. 6.7];

$$\begin{aligned} \alpha_{mom1} &= 0,08 & \alpha_{mom2} &= 0,08 & \alpha_{mom3} &= 0 \\ \alpha_{moc21} &= 0,16 & \alpha_{moc22} &= 0,16 & \alpha_{moc23} &= 0 \end{aligned}$$

$$B_{mo.mp1} = ((12000000-80400)*0,08)/(2*10*1600)=29,8;$$

$$B_{mo.mp1} = ((12000000-80400)*0,08)/(2*10*1600)=29,8;$$

$$B_{mo.c2m1} = ((2100000-21600)*0,16)/(2*10*200)=83,1;$$

$$B_{mo.c2m1} = ((2400000-28800)*0,16)/(2*10*200)=94,8;$$

$$B_{mo.1} = 29,8+83,1=112,9;$$

$$B_{mo.2} = 29,8+94,8=124,6;$$

Числові значення, які одержані при розрахунку формул (1.5...1.12) підставити в залежність (1.4) і визначити собівартість години роботи технічного засобу.

$$C_{m3} = 1784,2+249,78+17,842+0,25+81,53+3933+112,9=6179,5;$$

$$C_{m3} = 1930,6+270,28+19,306+0,25+81,53+3933+124,6=6359,6;$$

Розраховані по формулам 1.1...1.4 критерії заносимо в таблицю 1.3.

Таблиця 2.3. Формування множини Парето по розрахованим критеріям технічних засобів.

Варіант	$W_{z.zm}$, га/год	g_{za} , кг/га	E_n , МДж/га	C_{m3} , грн./год
1. John Deere 8R 310+Horsch Joker 6 RT	5,98	9,54	616,3	6179,5
2. John Deere 8R 310+LEMKEN Rubin 9/600	5,83	9,77	648,2	6359,6

Для вияву домінуючого варіанту необхідно порівняти чисельні значення розрахованих критеріїв. Кращий варіант складу МТА повинен мати найкращі (для нашого випадку - найменші) значення критеріїв.

Для цього складаємо нову таблицю 1.4 і в колонку продуктивності $W_{z.zm}$

заносимо значення обернені до розрахованих, тобто $\frac{1}{W_{2.3M}}$

Таблиця 2.4. Формування множини Парето по розрахованим критеріям технічних засобів.

Варіант	$\frac{1}{W_{2.3M}}$	g_{2a} , кг/га	E_n , МДж/га	C_{m3} , грн./год	Π_j
1. John Deere 8R 310+Horsch Joker 6 RT	0,17	9,54	616,3	6179,5	1907621,56
2. John Deere 8R 310+LEMKEN Rubin 9/600	0,17	9,77	648,2	6359,6	2064692,92

Для наочності процесу вибору застосовуємо графічний метод.

Для цього відкладаємо на радіально розташованих шкалах значення критеріїв. Шкали будуємо таким чином, щоб покращення критерію йшло до центру (точка О).

З'єднуючи точки на шкалах для i -того варіанту, отримуємо багатокутники. На найменших значеннях критеріїв будуємо багатокутник кращого варіанту. Привести малюнок графічного методу вибору кращого агрегату.

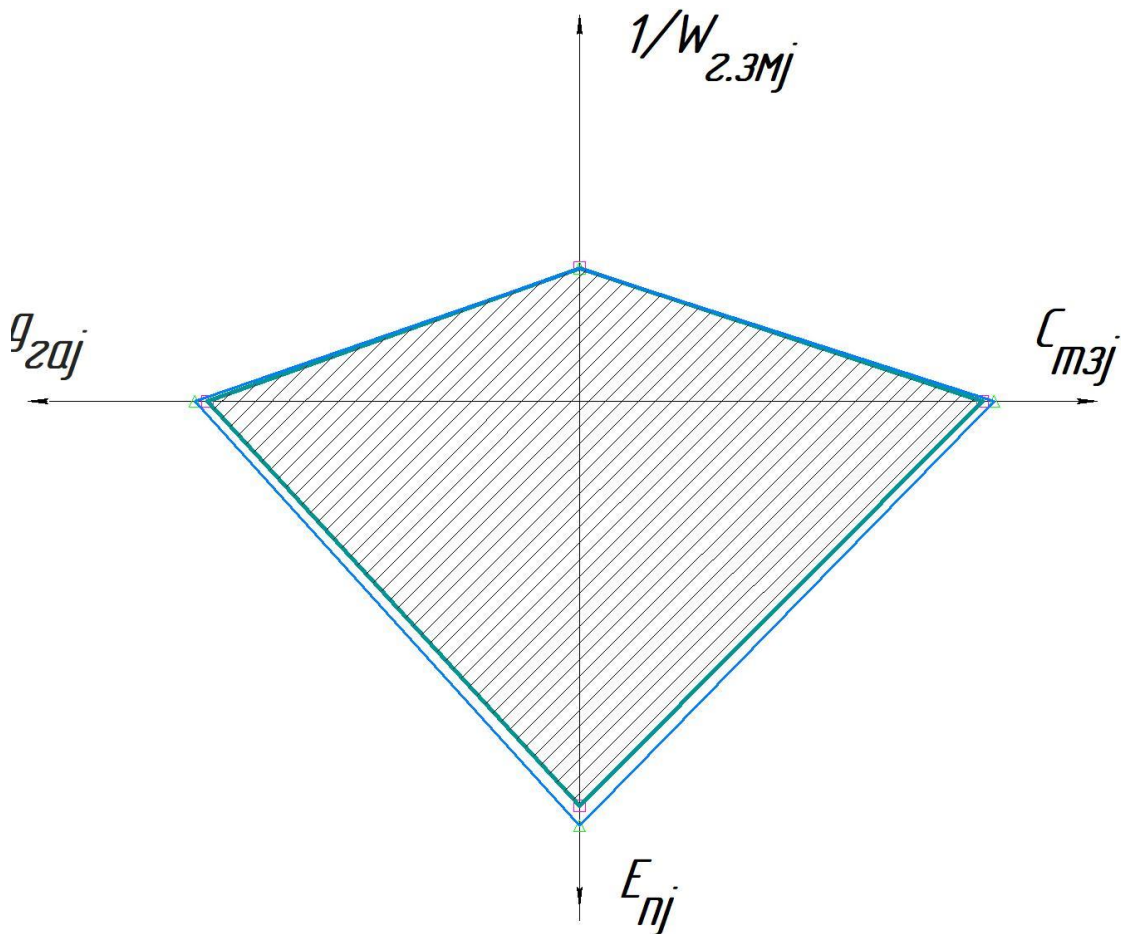


Рис. 2.1 - Графічний метод Паретто

В останню колонку таблиці 1.4 заносимо значення площі багатокутників кожного варіанту, що відповідають значенням критеріїв.

$$P_j = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{W_{z.3mj}} \cdot g_{zaj} + \frac{1}{2} g_{zaj} \cdot E_{nj} + \frac{1}{2} E_{nj} \cdot C_{mj} + \frac{1}{2} C_{mj} \cdot \frac{1}{W_{z.3mj}} \quad (1.13)$$

$$P_1 = (0,5 \cdot 0,17 \cdot 9,54) + (0,5 \cdot 9,54 \cdot 616,28) + (0,5 \cdot 616,28 \cdot 6179,52) + (0,5 \cdot 6179,52 \cdot 0,17) = 1907621,6;$$

$$P_2 = (0,5 \cdot 0,17 \cdot 9,77) + (0,5 \cdot 9,77 \cdot 648,15) + (0,5 \cdot 648,15 \cdot 6359,59) + (0,5 \cdot 6359,59 \cdot 0,17) = 2064692,9;$$

Кращому варіанту відповідає багатокутник з найменшим значенням площі P_j . Розраховуємо площу багатокутника ідеалізованого варіанту P_0 по формулі 13.

$$P_0 = (0,5 \cdot 0,17 \cdot 9,53528053799056) + (0,5 \cdot 9,53528053799056 \cdot 616,28) + (0,5 \cdot 616,28 \cdot 6179,52) + (0,5 \cdot 6179,52 \cdot 0,17) = 1907621,56.$$

В останню колонку таблиці 1.5 заносимо узагальнений критерій відстані до цілі (μ), який розраховується для кожного j -го варіанту:

$$\mu_j = \frac{P_j}{P_0} \quad (1.14)$$

Таблиця 1.5. Критерії технічних засобів для вибору ідеалізованого варіанту складу МГА по методу відстані до цілі.

Варіант	$\frac{1}{W_{z.3mj}}$	g_{za} , кг/га	E_n , МДж/га	C_{mz} , грн./год	P_j	μ
1. John Deere 8R 310+Horsch Joker 6 RT	0,17	9,54	616,28	6179,52	1907621,6	1,00
310+LEMKEN Rubin	0,17	9,77	648,15	6359,59	2064693	1,08
Ідеал	0,17	9,54	616,28	6179,52	1907622	1

Порівнюючи значення μ_j різних варіантів технічних засобів з ідеальним значенням μ_0 знаходимо остаточно кращий варіант, який має найменшу відстань до цілі.

Висновки: За результатами багатокритеріального аналізу кращий агрегат для заданих умов роботи має такий склад:

трактор: John Deere 8R 310

с.-г. машина: Horsch Joker 6 RT

2.3 Організація виконання технологічного процесу "дискування"

Основні показники якості дискування:

- термін виконання роботи;
- глибина обробітку;
- рівномірність обробітку;
- ступінь підрізання бур'янів;
- кришіння оброблюваного шару;
- відсутність огріхів та не повністю підрізаних скиб.

Марка трактора: John Deere 8R 310

с.г. машина: Horsch Joker 6 RT

Обґрунтування робочої швидкості агрегату у відповідності із агротехнічними вимогами, які пред'являються до операції.

Встановити інтервал агротехнічно допустимих робочих швидкостей, в межах якого забезпечується висока якість роботи, с.-г. машинами, що виконують основну технологічну операцію [3, табл. 3.14];

$$V_{lim} = 12$$

Вибрати питомий тяговий опір при швидкості $V_o = 5$ км/год

$$k_{o.m} = 6 \text{ кН/м [3,табл. 3.13] у відповідності із}$$

призначенням машини;

Із тягової характеристики [3,табл. 3.11] трактора, заданої марки, в режимі експлуатації $N_m = N_{m.max}$ з урахуванням агрофону вибрати всі передачі, які по чисельному значенні швидкості входять в діапазон агродопустимих швидкостей.

Таблиця 2.1. Тягові параметри трактора.

передача параметри	2	3	4			
V_p , км/год	8,13	9,87	13,21			
$P_{т.н}$, кН	90,84	45,77	21,63			
$N_{т.max}$, кВт	140,06	129,24	104			

$$N_{e.n.}, \text{кВт} = 228$$

- з метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач вибираємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність ($N_{m.max}$). Робоча швидкість (V_p) і номінальне тягове зусилля ($P_{m.n}$) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку.

$$N_{т.маx} = 129,24$$

$$V_p = 9,87$$

$$P_{т.н} = 45,77$$

Технічні характеристики агрегату занести в таблиці 2, 3, 4.

Таблиця 2.2. Технічні характеристики трактора.

Марка	Вага $G_{тр}$, кН	Передача	Швидкість V_p , км/год	Тягове зусилля $P_{тн}$, кН
John Deere 8R 310	134	3	9,87	45,77

Таблиця 2.3. Технічні характеристики с-г машини.

Марка	Вага G_m , кН	Ширина захвату B_m , м	Інтервал швидкостей V_{lim} , км/год
Horsch Joker 6 RT	36	6,15	12

Розрахувати питомий тяговий опір робочих машин.

$$k_{V..m} = k_{o..m} \xi_k \left(1 + \frac{\Delta k}{100} \right) \left[1 + \frac{\Delta C}{100} (V_p - V_o) \right], \quad (2.1)$$

де: ξ_k – коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання машини

(для причіпних $\xi_k = 1$, для начіпних $\xi_k = 0,9 \dots 0,95$); $\xi_k = 1$

ΔC — приріст питомого тягового опору машини при збільшенні швидкості руху агрегату на 1 км/год, % [3, табл. 3.16]; $\Delta C = 2$

Δk — збільшення питомого опору робочими органами при підвищенні вологості ґрунту, %.

Для визначення приросту Δk користуються залежностями, які приведені на рис. 1 – 5 [2] з урахуванням типу і різновиду ґрунтів. При цьому, за точку оптимуму (W_{opt}) приймають вологість при якій можлива висока якість обробітку ґрунту (табл. 2.5). Величина відхилення вологості (Δ) визначається при порівнянні значення вологості ґрунту (W), яка задана в вихідних даних, і оптимальної (W_{opt}).

Для заданих ґрунтів: $\Delta_k = 4 \%$; $k_{vm} = 6,85$

Розрахувати робочий опір агрегату, кН:

- дискування, луцення, культивація, боронування, глибоко-рихлювачі, чизелі

$$R_a = k_{vm} \cdot b_k \pm G_m \cdot \sin \alpha$$

(знак "+" відповідає руху на підйом)

де: λ_q – коефіцієнт догрузки, який при оранці піщаних ґрунтів і суглинків вологістю 8...9% дорівнює 0,3...0,5, а стерні конюшини вологістю 18.. .20% - 1,0.

$$\lambda_q = 0,3$$

f_{mp} – коефіцієнт опору кочення трактора [3, табл. 3.9],

$$f_{mp} = 0,2$$

на підйом:

$$R_a = 6 \cdot 6,15 + 134 \cdot \sin 1^\circ = 39,24;$$

на спуск:

$$R_a = 6 \cdot 6,15 - 134 \cdot \sin 1^\circ = 34,56.$$

Оцінка правильності вибору робочої швидкості агрегату виконується визначенні коефіцієнту використання номінального тягового зусилля трактора:

$$\xi_p = \frac{R_a}{P_{Tn} \pm G_{mp} \sin \alpha}, \quad (2.2)$$

на підйом: $\xi_\delta = 39,24 / (45,77 - 134 \cdot \sin 1^\circ) = 0,9;$

допустимо

на спуск: $\xi_\delta = 34,56 / (45,77 + 134 \cdot \sin 1^\circ) = 0,72.$

допустимо

Коефіцієнт використання тягового зусилля повинен відповідати значенням [3, табл. 4.1], а в залежності від виду застосованих машин і стану поля він може мати значення 0,6...0,96. В тому випадку, коли значення коефіцієнта (ξ) перевищують допустимі, то розрахунки виконують знову на нижчій робочій передачі руху трактора.

В результаті розрахунків укомплектовано агрегат у складі:

трактора John Deere 8R 310 ;
с-г машини Horsch Joker 6 RT , який виконує технологічну операцію
на 3 передачі,
 $V_p = 9,87$ (рух на підйом) і
на 3 передачі,
 $V_p = 9,87$ (рух на спуск),

конструктивна ширина захвату $B_k = b_{кор} \cdot n_{кор} = 6,15$ м.

Фактична потужність двигуна, яка витрачається в конкретних заданих умовах.

При виконанні технологічної операції, крім безпосередньо луцення, агрегат виконує повороти. Тому, фактичну потужність двигуна визначаємо для двох режимів роботи агрегату: луцення, повороти.

Фактичну потужність двигуна в процесі дискування визначають:

$$N_{\phi p} = \frac{P_{руш} V_p}{3,6 \eta_{mp} \eta_{\delta}} \quad (2.3)$$

$$N_{\phi p} = (68,38 * 9,87) / (3,6 * 0,9 * 0,975) = 213,64;$$

де: η_{mp} – ККД трансмісії приводу рушіїв трактора ($\eta_{mp} = 0,9$);

$P_{руш}$ – рушійна сила, кН;

$$P_{руш} = G_{mp} (f_{mp} + \sin \alpha) + R_a$$

$$P_{руш} = 134 * (0,2 + \sin 1^\circ) + 39,24 = 68,38;$$

η_{δ} – коефіцієнт, що враховує втрати на подолання буксування трактора, %;

$$\eta_{\delta} = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right) \quad (2.4)$$

δ - буксування на вибраній передачі, %; (із тягової характеристики [3, табл. 3.11])

$$\delta = 2,5$$

$$\eta_{\delta} = 1 - (2,5/100) = 0,98.$$

Ступінь використання ефективної потужності двигуна:

$$\xi_N = \frac{N_{\phi p}}{N_{ев}}, \quad (2.5)$$

Коефіцієнт ξ_N розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату:

$$\xi_{N\phi p} = 213,64/228=0,94. \quad \text{допустимо}$$

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність використовується не менше ніж на 70...80%.

$$\text{площа } F = 100,0 \text{ га; } L = 1000 \text{ м; } C = 1000 \text{ м.}$$

Рис. 2.1 - Схема руху агрегату по полю

Визначити ширину заїмки, м:

$$C_{\text{онт}} = \sqrt{16R_n^2 + 2B_p L_p}, \quad (2.6)$$

де: L_p – довжина робочої частини гону, м.

Довжина L_p визначається за допомогою схеми [3, рис. 5.1]:

$$L_p = L - 2E_p \quad (2.7)$$

де: L – довжина гону (поля), м; $L_p = 1000 - (2 \cdot 17,712) = 964,58$.

E_p – ширина поворотної смуги (раціональне її значення)

Мінімальна ширина поворотної смуги залежить від виду повороту і габаритних розмірів агрегату, її можна визначити за допомогою схеми [3, рис. 5.2]:

$$E_{\text{min}} = h + d_k + e, \quad (2.8)$$

$$E_{\text{min}} = 10,64448 + 3,69 + 1,372 = 15,71;$$

де: h – параметр, який визначає розміри петлі повороту, в залежності від радіуса R_n ;

$$h = \lambda_E \cdot R_n \quad (2.9)$$

$$h = 2,8 * 3,8016 = 10,64;$$

де: λ_E – коефіцієнт пропорційності, чисельні значення його приведені в [3, рис. 5.2 і табл. 5.6]; $\lambda_E = 2,8$

R_n – середній радіус повороту агрегату;

Осереднене значення радіуса повороту залежить від конструктивних (B) та режимних (V) параметрів агрегату:

$$R_n = a_R \cdot R_{no}, \quad (2.10)$$

де: R_{no} – мінімальний радіус повороту при швидкості повороту

$V_n = 5$ км/год [3, табл. 5.4]; $R_{no} = 2,88$

a_R – коефіцієнт збільшення радіуса повороту при підвищенні швидкості повороту [3, табл. 5.4];

при $V_n = 9$ маємо $a_R = 1,32$; $R_n = 3,80$

Кінематична ширина агрегату (d_k), а «вліво» чи «вправо» залежить від виду повороту:

$$d_k = v_E \cdot B_k \quad (2.11)$$

де: v_E – коефіцієнт, який характеризує симетричність агрегату:

- для симетричних агрегатів $v_E \approx 0,6$;

- для несиметричних агрегатів $v_E \approx 1,2$;

$$v_E = 0,6$$

B_k – конструктивна ширина захвату агрегату, м (пункт 2.5 даної методики).

$$B_k = 6,15$$

$$d_k = 0,6 * 6,15 = 3,69.$$

Довжина виїзду агрегату (e) залежить від кінематичної довжини агрегату:

$$e = a_e \cdot l_a \quad (2.12)$$

$$e = 0,1 * 13,72 = 1,37;$$

де: a_e – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих машин з трактором:

- для причіпних агрегатів $a_e = 0,5 \dots 0,75$;

- для начіпних агрегатів із задньою навіскою $a_e = 0,1 \dots 0,2$;

l_a – кінематична довжина агрегату, м: $a_e = 0,1$

$$l_a = l_{mp} + l_m + l_{д.м} \quad (2.13)$$

де: l_{mp} , l_m , $l_{д.м}$ – кінематична довжина, відповідно, трактора, с-г машини і додаткової с.-г. машини, м [3, табл. 5.5; табл. 4.2.].

$$l_{mp} = 6,16 \quad l_m = 7,56 \quad l_{д.м} = 0$$

$$l_a = 6,16 + 7,56 + 0 = 13,72.$$

Рациональна ширина поворотної смуги (E_p) повинна бути кратна робочій ширині захвату агрегату для того щоб була можливість обробляти поворотну смугу цілим числом проходів (без огріхів):

$$E_p = n_\phi \cdot B_p, \quad (2.14)$$

де: B_p – робоча ширина захвату агрегату, м:

$$B_p = B_k \cdot \beta \quad (2.15)$$

де: β – коефіцієнт використання ширини захвату [3, табл. 5.3]; $\beta = 0,96$

$$B_p = 6,15 \cdot 0,96 = 5,9;$$

n_ϕ - фактичне число проходів агрегату для обробки поворотної смуги:

$$n_\phi \geq \frac{E_{min}}{B_p}, \quad (2.16)$$

Результат округляється до цілого числа (парного чи непарного).

Парність чи непарність числа проходів на поворотній смузі залежить від особливостей виконуваної операції і розташування сусіднього загону, на який повинен переїхати агрегат.

$$n_{\phi} = 15,70648/5,904=3;$$

$$L_p = 964,58;$$

$$E_p = 3*5,904=17,71;$$

$$C_{onm} = \sqrt{16*(3,8016^2)+2*5,904*964,576}=107,8.$$

Раціональна ширина заїнки повинна бути кратна подвійній ширині захвату агрегату:

$$C_p = n_{кр} \cdot 2B_p, \quad (2.17)$$

де: $n_{кр}$ — кількість кругів для повного обробітку заїнки.

$$n_{кр} = \frac{C_{onm}}{2B_p}; \quad (2.18)$$

(результат округлити до цілого меншого числа)

$$n_{кр} = 107,8/(2*5,904)=9;$$

$$C_p = 9*(2*5,904)=108.$$

У всіх випадках ширину заїнки меншою 50 м не приймають.

Оцінка досконалості прийнятого способу руху і виду поворотів виконується при визначенні коефіцієнту робочих ходів:

- при дискуванні петлевим способом із чередуванням заїнок всклад і врозгін:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C_p + \frac{4R_n}{C_p}(2R_n - B_p) + R_n + 2e} \quad (2.19)$$

- при дискуванні обертовим способом:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C_p + R_n + 2e} \quad (2.20)$$

- при дискуванні безпетлевим комбінованим способом:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 6R_n + 2e} \quad (2.21)$$

$$\varphi = 964,576 / (964,576 + 0,5 * 108 + 3,8016 + 2 * 1,372) = 0,94;$$

Виконати розрахунки режиму роботи агрегату.

Визначити тривалість чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год:

$$T_p = \tau_{рух} (T_{зм} - T_{зуп}), \quad (2.22)$$

де: $T_{зм}$ - тривалість зміни ($T_{зм} = 7$), год;

$T_{обс}$ - час на організаційно-технічне обслуговування ($T_{обс} = 0,05 \dots 0,13$), год; $T_{обс} = 0,1$

Час, затрачений на зупинки для технологічного обслуговування, год:

$$T_{зуп} = T_{обс} + T_{вон} \quad (2.23)$$

$$T_{зуп} = 0,1 + 0,336 = 0,44;$$

$$T_p = 0,93 * (7 - 0,436) = 6,13.$$

Для визначення коефіцієнту використання часу руху ($\tau_{рух}$) задаємося такими умовами:

При $V_p = V_{нов}$ маємо $\tau_{рух} = \varphi$.

$$V_{нов} = 9$$

При $V_p \neq V_{нов}$ маємо:

$$\tau_{рух} = \frac{k\varphi}{(k-1) \cdot \varphi + 1} \quad (2.24)$$

$$\tau_{рух} = (0,91 * 0,94) / ((0,91 - 1) * 0,94 + 1) = 0,93;$$

де: $k = \frac{V_{нов}}{V_p}$

$$k = 9 / 9,87 = 0,91.$$

Оцінка ступеня використання часу зміни на виконання корисної роботи виконується при визначенні коефіцієнту:

$$\tau_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (2.25)$$

$$\tau_{зм} = 6,13/7=0,88.$$

Розрахувати продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

$$W_{зм} = 0,1 B_p V_p \tau_{зм}, \quad (2.26)$$

$$W_{зм} = 0,1 * 5,904 * 9,87 * 0,88 = 5,11.$$

Визначити виробіток агрегату за зміну, га:

$$W_{зм} = W_{зм} \cdot T_{зм} \quad (2.27)$$

$$W_{зм} = 5,11 * 7 = 35,74.$$

Виконати розрахунки по визначенню експлуатаційних витрат.

Розрахувати витрати пального на одиницю виробітку агрегату, кг/га:

$$g_{га} = \frac{G_{Tp} T_p + G_{Tx} T_{нов} + G_{Tзуп} T_{зуп}}{T_{зм} W_{зм}}, \quad (2.28)$$

де: G_{Tp} , G_{Tx} , $G_{Tзуп}$ – витрати палива відповідно при робочому ході, на поворотах і зупинках кг/год [3, табл. 6.1];

$$G_{Tp} = 25 \quad G_{Tx} = 12 \quad G_{Tзуп} = 2,4$$

T_p , $T_{нов}$, $T_{зуп}$, $T_{пер}$ – час, затрачений на чисту роботу, на повороти, на зупинки і переїзди, год.

Час, затрачений на повороти, год:

$$T_{нов} = \tau_{нов} \cdot T_p, \quad (2.29)$$

$$\tau_{нов} = 0,06 * 6,13 = 0,37;$$

$$T_{нов} = 0,37 * 6,13 = 2,26;$$

$$g_{za} = (25 \cdot 6,13 + 12 \cdot 2,26 + 2,4 \cdot 0,436) / (7 \cdot 5,11) = 5,08.$$

Розрахувати витрати праці на одиницю виконаної роботи, люд· год/га:

$$Z_{n.za} = \frac{m}{W_{зм}}, \quad (2.30)$$

де: m – кількість працівників, що обслуговують агрегат. $m = 1$

$$Z_{n.za} = 1/5,11 = 0,2.$$

Розрахувати прямі витрати енергії палива, Дж/га:

$$A_n = H_n \cdot g_{za} \quad (2.31)$$

де: H_n – питома теплота згорання палива, Дж/кг:

(дизельне паливо – $4,166 \cdot 10^7$; бензин – $4,38 \cdot 10^7$; лігроїн – $4,34 \cdot 10^7$;

гас – $4,29 \cdot 10^7$). $H_n = 4,166 \cdot 10^7$;

$$A_n = 4,166 \cdot 5,08 = 21,15 \cdot 10^7.$$

Якщо врахувати, що $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$, то повну питому енергоємність можна виразити в кВт·год/га.

Висновки:

$W_{зм}, \text{ га}$	$g_{za}, \text{ га}$	$Z_{n.za}, \text{ ЛЮД}$ год/га	$A_n, \text{ Дж/кг}$
5,11	5,08	0,20	$21 \cdot 10^7$

3 КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА

3.1 Необхідність застосування пристрою, його будова і робота

Після дискування на поверхні поля часто утворюються гребені та борозни, що виникають через викидання ґрунту крайніми дисками поза межі захвату борони. Крім того, при обробці країв ґрунт може викидатися за межі поля. Така конструктивна особливість обмежує швидкісні параметри, при яких дискова борона може працювати ефективно. Нерівності на поверхні поля можуть зашкодити наступному посіву, зокрема озимій пшениці, яка висівається рядковим способом. Це може призвести до нерівномірного розподілу насіння та утворення огривів.

Щоб уникнути таких проблем, виробники дискових знарядь пропонують різноманітні конструктивні рішення, таких як встановлення крайніх дисків з меншим діаметром або додаткових відбійників у вигляді дисків чи пластин. Для борін Horsch Joker передбачені кілька варіантів конструкції таких відбивачів ґрунту, проте ці елементи є додатковими опціями і не встановлюються на всіх моделях.



Рис. 3.1 - Загальний вигляд конструктивної розробки

Для оснащення борони відбивачами власнику необхідно буде витратити приблизно 1700 євро. У зв'язку з цим, ми запропонували більш економічний варіант — конструкцію відбивача, виготовлену власноруч і спрощену в

конструктивному плані. Використовуючи пружинні зуби від валкоутворювача, що вже відпрацював свій ресурс, а також трубу прямокутного перерізу та дві металеві пластини, можна створити пристрій. Дві пари зубів, приварених до металевого листа в кількох точках, надійно утримуватимуть потік ґрунту на ширині захвату техніки.

3.2 Інженерні розрахунки

Розрахунок болтів на зрізання

На конструкцію відбивача діють дві сили: $P_1 = 2\text{кН}$ та $P_2 = 1,2\text{ кН}$ при дискуванні. Розрахуємо тяговий опір пристрою при його взаємодії з потоком ґрунту за формулою: [3]

$$R_{\text{л}} = K_{\text{нит}} \cdot b_{\text{л}} \quad (3.1)$$

де $K_{\text{нит}}$ – величина питомого опору ґрунту, кН/м;

$b_{\text{л}}$ – ширина відбивальної пластини, м.

$$R_{\text{л}} = 2,8 \cdot 1,15 = 3,22\text{кН}$$

Зусилля P_1 діє на відстані 400мм від центру болтів, P_2 на відстані 240мм.

$$l_1 = 400\text{мм}, R_1 = 2\text{кН},$$

$$l_2 = 240\text{мм}, R_2 = 1.2\text{кН}.$$

Виконуємо необхідні розрахунки:

Для цього складемо рівняння моментів відносно точки А.

$$\sum M = 0$$

$$\sum P_1 \cdot l_1 + P_2 \cdot l_2 - 2R_A \cdot Q \quad (3.2)$$

Тоді: $2R_A \cdot Q = P_1 \cdot l_1 + P_2 \cdot l_2$

$$R_A = \frac{P_1 \cdot l_1 + P_2 \cdot l_2}{2 \cdot Q}$$

$$R_A = \frac{900 \cdot 10 + 3.22 \cdot 540}{2 \cdot 100} = 53.7\text{кН}$$

Допустиме значення поперечного перерізу болта:

$$F = \frac{R_A}{[\tau_{cp}]} \quad (3.4)$$

тут $[\tau_{cp}] = 1400 \text{кН} / \text{см}^2$ – допустиме значення напруження при зрізі для сталі

3.

$$F = \frac{5370}{1400} = 3.83 \text{см}^2$$

Отримуємо діаметр болта:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} \quad (3.5)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3.83}{3.14}} = 1.21 \text{см}$$

Діаметр кріпильних болтів на рамі дорівнює 16 мм. Тобто болти, що нами застосовуються здатні витримати виникаючі при дискуванні навантаження і підсилення не потребують.

4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Основною метою дипломного проектування по даному господарству є розробка механізації технологічних процесів обробітку ґрунту. Це дасть можливість зменшити відсотки ручної праці при виробництві продукції, зменшити агротехнічні строки і домогтися значно кращих результатів.

З метою економічної оцінки пропонованих в роботі рішень, проведемо порівняння техніко-економічних показників існуючої в господарстві та удосконаленої нами технологій виробництва озимої пшениці.

Таблиця 4.1 - Розрахункові дані ефективності виробництва озимої пшениці

Показники	Існуюча технологія	Пропонована технологія
1. Балансова вартість машини що припадає на вирощування культури (B_k), грн.	204311,90	193300
2. Витрати на оплату праці (Z), грн.		
– оплата по тарифу	8020,4	10474,3
– додаткова оплата	802,04	1047,43
– нарахування на оплату	3208,16	4189,72
Разом	12030,6	15711,45
3. Витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування ($П_p$), грн.	29160,55	25129
4. Амортизаційні відрахування (A), грн.	33646,79	28995
5. Витрати пального ($П$), кг.	4650	4517,1
6. Ціна комплексного палива ($Ц_k$), грн.	45	45
7. Вартість палива (C), грн	209250	203269,5
8. Кількість мінеральних добрив, т	32	35
в т.ч.: азотних	15	15,7
фосфорних	12	12,7
калійних	5	6,7
9. Ціна 1 тони добрив, грн.:		
в т.ч.: азотних	20000	20000
фосфорних	35000	35000

калійних	20000	20000
10. Витрати часу, (t) год.	471,3	584,35
11. Вартість добрив (B_M), грн.		
в т.ч.: азотних	300000	314000
фосфорних	420000	444500
калійних	100000	134000
Разом:	820000	892500
12. Кількість насіння, т	20	20
13. Ціна 1 тони насіння, грн.	7700	8000
14. Вартість насіння (B_H), грн.	154000	160000
15. Кількість протруйних засобів, л.	50	50
16. Ціна 1 л, грн.	83,12	83,12
17. Витрати на засоби захисту ($B_{ЗАХ}$), грн.	4156	4156
18. Витрати на інсектициди та фунгіциди (децис 0,03 кг/га, імпакт 0,3 кг/га)	8011,32	7461
19. Транспортні витрати ($B_{ТР}$) (1900 · 1,53) грн.	2700	2907
20. Витрати на електроенергію (B_E), (12,54 · 0,52)	398,28	398,28
21. Сума прямих виробничих витрат без амортизації (ПВВ), ($ПВВ = 3 + П_Р + C + B_M + B_H + B_{ЗАХ} + B_{ТР} + B_{ЕЛ}$), грн.	1239706,75	1311532,23
22. Орендна плата за землю (B_O), грн. ($B_O = 130$ грн/га)	100000	100000
23. Страхові платежі ($B_{СП}$), грн. ($B_{СП} = ПВВ \cdot 0,07$)	86779,47	91807,26
24. Інші прямі витрати ($B_{ІН}$), грн. ($B_{ІН} = ПВВ \cdot 0,10$)	123970,68	131153,22
25. Загальновиробничі витрати ($B_{ЗАГ}$), грн. ($B_{ЗАГ} = ПВВ \cdot 0,05$)	61985,34	65576,61
26. Всього виробничих витрат (ВВ), грн. ($ВВ = ПВВ + B_O + B_{СП} + B_{ІН} + B_{ЗАГ} + A$)	1646089,025	1729064,321
в т. ч. на 1 га посіву	16460,89	17290,64

на 1 ц продукції	365,801	360,22
------------------	---------	--------

Таблиця 5.2 - Розрахункові дані ефективності виробництва озимої пшениці

Показники	Існуюча технологія	Пропонована технологія	Відхилення, %
1. Площа посіву, га	100	100	0
2. Урожайність, ц/га.	46	50	8,7
3. Валовий збір зерна, т	460	500	8,7
4. Витрати часу, год.			
на 1 га	5,71	5,64	-1,241
на 1 ц	0,16	0,14	-14,29
5. Виробничі витрати, тис. грн.	1646,089	1729,064	5,04
6. Собівартість 1 центнера зерна, грн.	357,85	345,81	-3,3
7. Ціна продукції, грн./ц.	650,0	650,0	0
8. Вартість продукції, тис. грн.	2990	3250	8,7
9. Умовний прибуток, тис. грн.	1343,911	1520,936	13,2
10. Додаткова сума прибутку, тис. грн.		177,025	

Висновок: розрахунки свідчать, що в господарстві втілення новітньої технології вирощування озимої пшениці забезпечує збільшення обсягу виробництва продукції на 8,7%, при зменшенні собівартості 1 ц зерна на 3,3 %, з площі в 100 га підприємство отримує додаткову суму прибутку в 177,025 тис. грн..

ВИСНОВКИ

Поточна технологія вирощування озимої пшениці на агропідприємстві не дає змоги отримувати високі врожаї та призводить до значного збільшення трудових витрат. У цьому процесі часто не дотримуються агротехнічних термінів і технологічних вимог, що знижує ефективність виробництва. Крім того, технологічні операції не завжди виконуються з використанням оптимального складу машинно-тракторних агрегатів, що також впливає на загальну ефективність. У деяких випадках процеси обробки поля потребують застосування ручної праці, що збільшує витрати та час на виконання робіт.

Запропонована в рамках цього проекту інтенсивна технологія виробництва озимої пшениці дозволяє не тільки значно підвищити врожайність, а й зменшити витрати праці та знизити експлуатаційні витрати. Згідно з проведеними розрахунками, впровадження нової технології в господарстві призведе до збільшення обсягу виробництва продукції на 8,7%, при цьому собівартість 1 центнера зерна зменшиться на 3,3%. Завдяки цьому, на площі 100 гектарів підприємство отримає додатковий прибуток у розмірі 177,025 тис. грн. Це дозволить господарству покращити фінансові результати та збільшити загальну ефективність ведення агровиробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Процеси, машини та обладнання АПВ: навч. посіб. / М. О. Свірень, В. П. Смірнов, І. М. Осипов та ін. - Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2018. - 296 с.
2. Сільськогосподарські машини: навч. посіб. / П. В. Сисолін, В. М. Сало, М. О. Свірень та ін. - 2-е вид., перероб. та доп. - Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2017. - 156 с.
3. Гунько І.В. Аналіз технологічних систем. Обґрунтування інженерних рішень: навч. посіб. / І.В. Гунько, О.О. Галушак, С.М. Кравець – Вінниця: ВНАУ, 2019. – 216 с.
4. Основні технологічні помилки при обробці ґрунту та їх запобігання [Електронний ресурс] // Галещина машзавод. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://galmash.com.ua/ua/news/osnovnye-tehnologicheskie-oshibki-pri-obrabotke-pochvy-ih-predotvraschenie>.
5. Практикум із машиновикористання в рослинництві : навчальний посібник / А. С. Лімонт [та ін.]. - Київ : Кондор, 2022. - 284 с.
6. Степанець О.І. Обґрунтування параметрів і конструкції комбінованого ґрунтообробного агрегату, побудованого на принципах біоніки: дипломна робота на звання магістр / Степанець Олександр Іванович – Дніпро: ДДАЕУ, 2019. – 74с.
7. Цилюрик Я. Поверхневий обробіток і рослинні рештки / Електронний ресурс/код доступу: <https://www.zerno-ua.com/journal/2019/may-2019-god/poverhneviy-obrobitok-i-roslinni-reshtki>
8. Дегусаров А. Вітчизняна техніка для загортання рослинних решток [Електронний ресурс] / А. Дегусаров, А. Мазуренко, К. Дорошенко // Аграрний сектор України. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://agroua.net/technics/articles/index.php?aid=33>
9. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / [Д. Г. Войтюк, В. О. Дубровін, Т. Д. Іщенко та ін.]. – Київ: Вища освіта, 2004. – 544 с.

10. Гайденко О. Правильний обробіток ґрунту — запорука високих урожаїв [Електронний ресурс] / О. Гайденко // Агробізнес Сьогодні. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/9224-pravylnyi-obrobitok-gruntu-zaporuka-vysokykh-urozhaiv.html>.
11. Як досягти раціонального обробітку ґрунту під озимину: поради науковців [Електронний ресурс] // GrowHow.in.ua. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.growhow.in.ua/yak-dosyagty-ratsionalnogo-obrobitku-gruntu-pid-ozymynu-porady-naukovtsiv/>.
12. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів : ДСТУ 4362:2004. – [Чинний від 2006–01–01]. – К.: Держаспоживстандарт України, 2005. – 36 с.
13. Janulevičius, A., Šarauskis, E., Čiplienė, A., Juostas, A., 2019. Estimation of farm tractor performance as a function of time efficiency during ploughing in fields of different sizes. Biosyst. Eng. 179, 80–93.
14. Lockwood, C., 2019. Know Your Farm Machinery (Old Pond Books) 43 Machines including Tractors, Ploughs, Cultivators, Drills, Spreaders, Balers, and More, with Fun Facts and a Full-Page Photo of Each Agricultural Machine. Old Pond Publishing.
15. Lovarelli, D., Bacenetti, J., Fiala, M., 2017. Effect of local conditions and machinery characteristics on the environmental impacts of primary soil tillage. J. of Clean. Production. 140, 479–491.
16. Van Linden, V., Herman, L., 2014. A fuel consumption model for off-road use of mobile machinery in agriculture. Energy 77, 880–889.
17. Bell, B., 2019. Farm Machinery, 6th Edition (Old Pond Books) (6th ed.). Old Pond Publishing.
18. Godwin, R.J., 2019. A review of the effect of implement geometry on soil failure and implement forces. Soil Tillage Res. 97, 331–340.
19. Sahu, R.K., Raheman, H., 2006. Draught prediction of agricultural implements using reference tillage tools in Sandy Clay loam soil. Biosyst. Eng. 94, 275–284

20. McLaughlin, N.B., Campbell, A.J., 2004. Draft-speed-depth relationships for four liquid manure injectors in a fine sandy loam soil. *Canad. Biosyst. Eng.* 46, 2.1–2.5.

21. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в випускних роботах здобувачами вищої освіти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. - Суми: СНАУ, 2021.– 16 с.

22. Мікуліна М.О. Методичні рекомендації щодо виконання розділу кваліфікаційної роботи (дипломного проекту) здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня денної та заочної форм навчання спеціальності 208 «Агроінженерія». Суми. 2021. – 44 с.

ДОДАТКИ