

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА
БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО
СЕРВІСУ ІМ. ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА**

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

на тему: **„ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВИСІВНОГО АПАРАТА
СІВАЛКИ PRONTO КОМПАНІЇ HORSCH”**

Виконав: студент 6 курсу групи Аін-61

спеціальності 208 „Агроінженерія”
(шифр і назва)

Тарас СОБИСТИНСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

Керівник: _____ к.т.н., доц. Ярослав СЕМЕН
(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____ к.т.н., доц. Олег МИРОНЮК
(прізвище та ініціали)

Дубляни 2025

УДК 631.338:632.21

Тарас СОБИСТИНСЬКИЙ. Дослідження параметрів висівного апарата сівалки PRONTO компанії HORSCH. –Дипломна робота. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу ім. Олександра Семковича. –Дубляни, Львівський НУВМБ імені С.З. ГЖИЦЬКОГО, 2025.

61 с. текст. част., 22 рис., 8 табл., 23 джерела

Проаналізовано існуючі способи сівби зернових та інших сільськогосподарських культур. Виконано огляд конструкцій посівних машин PRONTO компанії HORSCH для сівби зернових культур та особливостей висівних апаратів, що на них застосовуються.

Проведено теоретичні дослідження роботи висівного апарату катушкового типу та аналітично обґрунтовані його параметри й режими роботи.

Наведено програму, методики й результати експериментальних досліджень з налаштування катушкових апаратів (дозаторів) під час встановлення їх на задану норму висіву з використанням автоматизованої системи E-Manager Midi керування пристроями дозування посівного матеріалу та добрив.

Розроблено карту умов праці під час використання посівного агрегату та побудовано логіко-імітаційна модель процесу виникнення травм при його технічному обслуговуванні.

Виконано економічне обґрунтування й здійснено порівняльний аналіз використання різних типів посівних агрегатів.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	6
1.1 Огляд існуючих способів сівби.....	6
1.2 Огляд конструкцій сівалок Pronto компанії Horsch	8
1.3 Огляд окремих конструктивних елементів сівалки Pronto SW.....	14
Висновки.....	18
2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОТУШКОВОГО ВІСІВНОГО АПАРАТУ	19
2.1 Обґрунтування параметрів катушки.....	19
Висновки.....	23
3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	25
3.1 Мета експериментальних досліджень.....	25
3.2 Огляд меню електронного блоку E-Manager Midi.....	27
3.3 Огляд меню «Норма висіву».....	35
4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	42
Висновки.....	44
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ.....	45
5.1 Складання карти умов праці під час сівби зернових культур.....	45
5.2. Оцінка рівня виникнення небезпеки аварій і травм.....	48
5.3 Основні чинники негативного впливу на довкілля під час сівби зернових.....	52
6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНОВИХ СІВАЛОК.....	53
Висновки.....	57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	58
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	60

ВСТУП

Усі посівні (садильні) машини повинні забезпечувати якісне дозування посівного матеріалу та укладати насіння у вологий ґрунт відповідно до біологічних особливостей кожної сільськогосподарської культури. На сьогоднішній день ставляться підвищені вимоги стосовно якості розподілу технологічного матеріалу безпосередньо під час сівби [1, 3, 8, 11, 15].

Посівні комплекси Pronto компанії HORSCH обладнані системою E-Manager Midi керування для пристроїв дозування посівного матеріалу та добрив. Дана система здійснює регулювання, контроль і керування всіма підключеними вузлами сівалки.

Керувати блоком E-Manager Midi можна з будь-якого сумісного із ISOBUS терміналу. Програмне забезпечення однакове для всіх машин та обладнання. Необхідно тільки активувати підключені вузли та виконати відповідні опції. Усі конструктивні вузли та датчики з'єднані за допомогою кабельних каналів з комп'ютером та терміналом.

Комп'ютер приймає інформацію, оцінює її та виводить дані про робочі стани та інші відомості на термінал. При порушенні верхньої чи нижньої меж для введених або жорстко регламентованих вихідних значень або при несправності індикація терміналу переривається та з'являється повідомлення про несправність. Усі сівалки з одинарним або двосекційним бункер оснащені головним комп'ютером. Крім того, всі машини, на яких встановлений третій дозатор, оснащені підпорядкованим комп'ютером.

На головний комп'ютер записана версія ПЗ 10.xx, а на підпорядкований комп'ютер – версія 1.xx (процесор з червоною кришкою) або 11.xx (процесор з сірою кришкою). Сівалка Pronto 12 SW 3 m оснащена додатковим підпорядкованим комп'ютером, який керує функцією складання машини, із встановленим ПЗ 4.xx (процесор з червоною кришкою) або 14. XX (процесор з сірою кришкою).

На сівалках моделей ST M1 Pronto SW компанії Horsch застосовують катушковий висівний апарат, основним елементом якого є катушка (ротор), який приводиться в дію електродвигуном, що дозволяє плавно і в досить широких межах змінювати її оберти.

Актуальність теми. Найбільш поширеними і простими в експлуатації є катушкові висівні апарати зернових сівалок. Вони виготовлені у вигляді циліндрів, на поверхні яких є жолобки, гвинтові канавки, отвори спеціального розміру та профілю. Під час налаштування таких висівних апаратів на відповідні норми сівби технологічного матеріалу користуються номограмами, таблицями та ін. довідковими матеріалами. В сучасних умовах посівний матеріал подається катушковим дозатором, керування яким здійснюється в автоматичному режимі. Вибір вказаних режимів має свої особливості, врахування яких можливе після дослідження їх з використанням лабораторної установки.

Метою досліджень є підвищення ефективності процесу сівби зернових культур катушковими висівними апаратами сівалок Pronto SW компанії Horsch.

Задачі дослідження:

1. Проаналізувати способи й технології сівби, посівні машини компанії Horsch та їх робочі органи;
2. Теоретично дослідити катушковий висівний апарат;
3. Експериментально дослідити роботу катушкових висівних апаратів Pronto SW компанії Horsch;
4. Розробити карту умов праці та логіко-імітаційну модель процесу виникнення травм під час сівби зернових;
5. Визначити ефективність застосування зернових сівалок.

Об'єкт дослідження: катушкові висівні апарати зернових сівалок Pronto SW компанії Horsch.

Предмет дослідження: вплив параметрів катушкового дозатора Pronto SW компанії Horsch на закономірність висівання насіння пшениці озимої.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Огляд існуючих способів сівби

Для сівби зернових (можна також сіяти льон, горох, гречку, трави тощо) культур застосовують зазвичай рядковий спосіб (рисунок 1.1, а), за якого посівний матеріал доволі рівномірно розподіляється в рядках на відстані 1,5-2см одне від одного; ширина міжрядь при цьому може коливатися від 10 до 25см. [1 - 3, 7, 16].

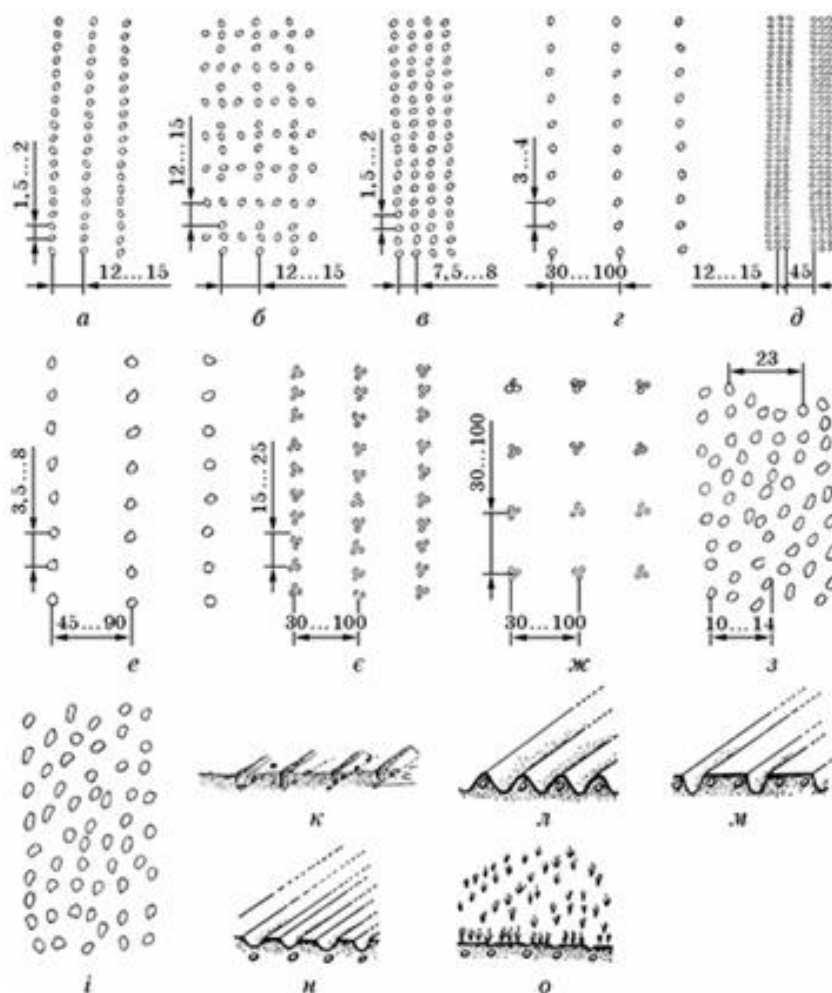


Рисунок 1.1 – Схеми способів сівби:

а – рядковий; б – перехресний; в – вузькорядний; г – широкорядний; д – стрічковий; е – пунктирний; є – гніздовий; ж – квадратно- гніздовий; з – смуговий; і – розкидний; к – на рівній поверхні поля; л – на гребнях; м – на грядах; н – у борозни; о – на стерні

Вузькорядний (див. рисунок 1.1, в) спосіб сівби (ширина міжрядь становить 6,5-8,5см) є різновидом рядкового і забезпечує загущені посіви, але з досить великою нерівномірністю розподілу на полі, як за глибиною, так і в межах рядка. Тому, перед застосуванням вказаного способу, доцільно проводити досить ретельний передпосівний обробіток, щоб усунути імовірність забивання рослинними рештками й ґрунтом дискових сошників сівалок.

Перехресний спосіб (див. рисунок 1.1, б) полягає у висіві заданої норми насіння за два проходи агрегату рядковим (вузькорядним) способом у двох напрямках, що перетинаються. При цьому отримуємо рядки вздовж і впоперек поля або за діагоналлю з рівномірним розподілом технологічного матеріалу, але поверхня поля надмірно ущільнюється і насіння не залягає на однакову глибину [1, 3, 7, 16].

Широкорядним способом (див. рисунок 1.1, г) сіють переважно просапні (кукурудза, соняшник, цукрові буряки, просо, гречка, картопля, бавовник, овочеві) культури, які досить вибагливі до великих площ живлення як наземної, так і підземної їх частин. Для сільськогосподарських культур, посіяних ширококорядним способом проводять міжрядні обробітки для боротьби з бур'янами, розпушення ґрунту у міжрядді, підживлення рослин в період їх вегетації, відновлення повітряно-водного балансу [1, 3, 7, 16].

За стрічкового способу сівби (див. рисунок 1.1, д) насіння в ґрунті розміщується окремими стрічками в два- три рядки, відстань між якими коливається від 6,5 до 15см. Величина міжряддя між окремими стрічками може бути межах 45-60см і навіть більше. Сіють таким способом переважно моркву, цибулю, часник, столові буряки та ін. культури, що не потребують великої кореневої системи [1, 3, 14].

Пунктирний спосіб (див. рисунок 1.1, е) застосовують для сівби насіння цукрових буряків, соняшнику, сорго, ріпцини, кукурудзи на зерно та ін. сільськогосподарських культур, які досить вибагливі до зони живлення їх кореневої системи, освітлення, водного та теплового режимів в період вегетації.

За гніздового способу (див. рисунок 1.1, є) сівби декілька штук насіння укладають в окремі гнізда робочими органами спеціальних сівалок. Його використовують тоді, коли насіння сільськогосподарської культури вимагає конкуренції за площею живлення [1, 3, 15, 16].

За квадратно-гніздового способу (див. рисунок 1.1, ж) насіння (розсада) розміщується у вершинах квадратів (60×60 або 70×70 см), попередньо утворених двома взаємно-перпендикулярними напрямками руху [1, 3, 15].

Вищенаведені способи сівби можна реалізувати різними методами розподілу технологічного матеріалу на поверхні поля, серед яких: борозенний (див. рисунок 1.1, н) – насіння загортається на дні борозенки, попередньо нарізаної в ґрунті; укладання насіння в наперед нарізані грядки (див. рисунок 1.1, м) – застосовують для полів з підвищеною вологістю.

Картоплю садять гребневим (див. рисунок 1.1, л), напівгребневим та безгребневим способами, за яких бульби картоплі укладають у гребені з певною відстанню в рядках, яка обумовлена зоною живлення кореневої системи рослин і повітряно-водному режиму її вегетації. Дуже поширений такий метод під час вирощування картоплі на торф'яних ґрунтах.

Ще одним поширеним методом є сівба у непідготовлений ґрунт, тобто по стерні (див. рисунок 1.1, о). Такий метод часто застосовують під час сівби озимих культур стерновими сівалками у зонах, де можливе виникнення вітрових ерозій.

Сіяти окремі сільськогосподарські культури можна методом поверхневого розподілу насіння з наступним їх загортання у ґрунт боронами. Так сіють зернові, вносять мінеральні добрива, підсівають насіння весною за недостатньої схожості чи вимерзання озимих культур, трав. Недоліком цього методу є різна глибина загортання технологічного матеріалу [7, 9, 11, 16].

1.2 Огляд конструкцій сівалок Pronto компанії HORSCH

Компанією Horsch для сівби зернових (зернобобових) культур, ріпаку, проса, льону та інших с-г культур, насіння яких подібне за розмірами, має маже

однакову форму поверхні, але відрізняється тільки масою тисячі насінин пропонується аграрним підприємствам цілий ряд моделей посівних комплексів різної ширини захвату серій Pronto SW (рисунок 1.2, а), Pronto SW EU (рисунок 1.2, б), Pronto NT (рисунок 1.3, а) та Pronto DS (рисунок 1.3, б-г) в різних модифікаціях [8].



а)



б)



в)



г)

Рисунок 1.2 – Сівалки Pronto SW:
а) загальний вигляд; б) модель Pronto SW EU (3м); в) модель Pronto 8-9 SW; г) модель Pronto 12 SW

Усі сівалки Pronto моделей SW компанії Horsch – це причіпні модульні агрегати, які мають ширину захвату від трьох до дванадцяти метрів. Їх технічні характеристики наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1–Технічні характеристики окремих моделей сівалок Pronto SW

Показники	Pronto 9 SW	Pronto 8 SW	Pronto 12 SW
Транспортна ширина, м	3,0	3,0	5,50
Транспортна висота, м	4,0	3,95	4,90
Довжина, м	8,5	8,5	7,70
Робоча ширина, м	9,0	8,0	12,0
Вага, кг	12700	11800	17400
Кількість посівних сошників, шт.	60	52	80
Тиск посівних сошників на ґрунт, кг	5-120	5-120	5-120
Відстань між сошниками, см	15	15,4	15
Глибина сіви, мм	0-120	0-120	0-120
Кількість сошників для добрив, шт.	30	26	40
Максимальний тиск сошників для добрив на ґрунт, кг	200	200	200
Потужність трактора, кВт	225-330	200-280	295-440
Гідравлічний тиск, бар	180	180	180-210

Як видно з таблиці усі проаналізовані моделі мають однакові параметри щодо тиску сошників на ґрунт – для посівних він становить 5-120кг, а для добрив – 200кг та приблизно однакову відстань між сошниками (ширину міжряддя) – 150мм. Усі моделі сівалок сіють на глибину до 120мм.

Поряд з цим, кількість посівних сошників і сошників для внесення мінеральних добрив на кожній з моделей сівалок різна, що обумовлено конструктивною шириною захвату конкретної сівалки.

Агрегатуються сівалки з енергетичними засобами, потужність двигунів яких коливається від 200 до 440кВт. Слід також відмітити, що в гідравлічній системі тракторів має бути тиск не меншим за 180бар.

Сівалки Pronto моделі NT (рисунок 1.3, а) мають ширину захвату 10-12м, а моделі DC (рисунки 1.3, б-г) – 3-9м.



а)



б)



в)



г)

Рисунок 1.3 – Сівалки Pronto:

а) модель Pronto NT (10-12м); б) модель Pronto DC (3-9м); в) модель Pronto DC PPF (3-6м); г) модель Pronto DC G&F (8-9м)

Особливістю конструкцій вищенаведених моделей є їх компонування. Вони мають причіпний бункер, змонтований на культиваторній рамі, у задній

частині якої міститься начіпний пристрій з начепленим на нього обладнанням для сівби зернових культур з одночасним внесенням мінеральних добрив роздільно від укладання насіння основної культури.

Технічні характеристики вказаних моделей сівалок наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2–Технічні характеристики окремих моделей сівалок Pronto NT і DC

Показники	Pronto 12 NT	Pronto 4 DC	Pronto 9 DC
Транспортна ширина, м	4,30	3,0	3,0
Транспортна висота, м	5,20	2,95	3,97
Довжина, м	8,5	6,9	8,50
Робоча ширина, м	11,8	4,0	9,0
Вага, кг	16060	4700	9625
Кількість посівних сошників, шт.	60	28	60
Тиск посівних сошників на ґрунт, кг	5-120	5-120	5-120
Відстань між сошниками, см	20	14,3	15
Глибина сівби, мм	0-120	0-120	0-100
Кількість сошників для добрив, шт.	30	28	-
Максимальний тиск сошників для добрив на ґрунт, кг	250	200	-
Потужність трактора, кВт	205-240	95-130	175-240
Гідравлічний тиск, бар	180	-	-

Сівалки Pronto SW обладнані двосекційними бункерами 1 (рисунок 1.4), які змонтовані на рамі 4, вентилятором 2 і висівними апаратами катушкового типу. До рами 4 за допомогою сніці 3 приєднано культиваторну частину. Вона складається з передніх 5 та задніх 8 ущільнювальних коліс, дискових робочих органів 6, сошників для добрив 7 та основного зерна (насіння) 9, ущільнювального котка 10, гребінки 11, маркерів 12 та розподільних головок для зерна (насіння) 13 й мінеральних добрив 14.

Незалежно від моделі усі сівалки Pronto компанії Horsch мають автоматизовану систему дозування технологічного матеріалу (насіння й добрив) та систему контролю за якістю сівби.

1.3 Огляд окремих конструктивних елементів сівалки Pronto SW

Для заповнення сівалки технологічним матеріалом машина обладнана гідравлічним завантажувальним шнеком 1 (рисунок 1.5), який дозволяє завантажувати його в обидва бункери. Крім того, він може використовуватися для розвантаження залишків технологічного матеріалу з бункерів.

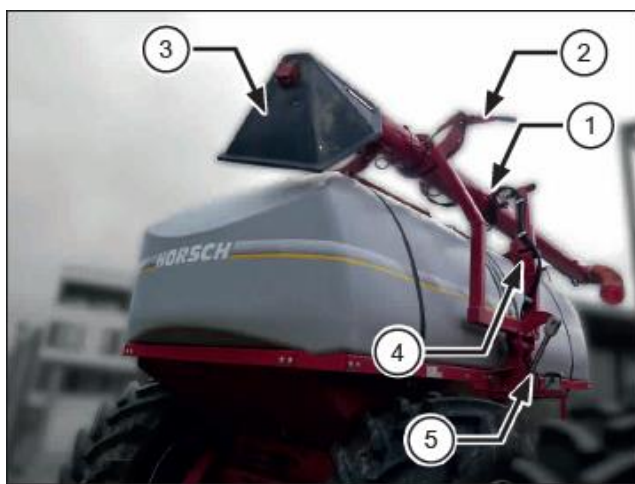


Рисунок 1.5 – Завантажувальний шнек:

1 – завантажувальний шнек; 2 – транспортний фіксатор; 3 – завантажувальний жолоб; 4 – відкидний пристрій; 5 – гідроциліндр.

Привід завантажувального шнека інтегрований в гідравліку вентилятора. Його триходовий кран дозволяє переключати привід вентилятора на завантажувальний шнек.

Бункери для посівного матеріалу і мінеральних добрив мають однакову місткість 6000л та однакову будову. В залежності від виконання пневматичної системи і укладання шлангів для внесення посівного матеріалу й добрив можна використовувати як передній, так і задній бункер.

За конструкцією кожен бункер – це напірний резервуар, який під час експлуатації має бути закритим.

В нижній частині бункера знаходиться кришка 1 (рисунок 1.6) для видалення залишків технологічного матеріалу, повітропровід 2 та котушковий дозатор 3.

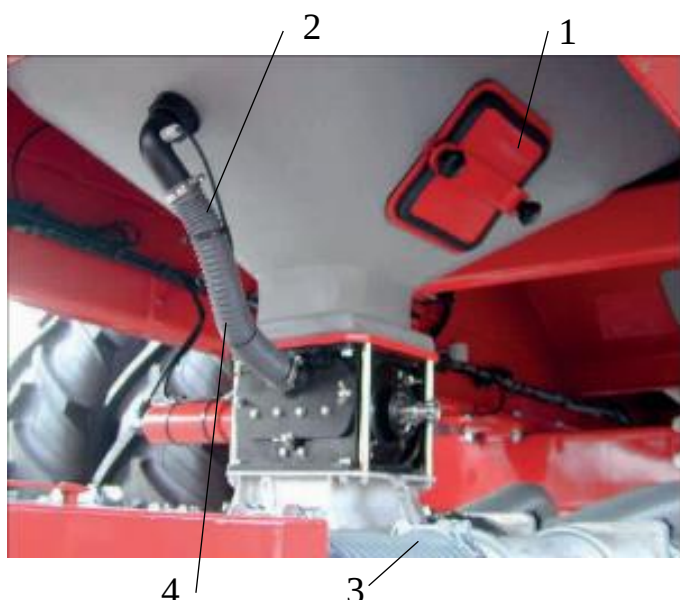


Рисунок 1.6 – Нижня частина бункера сівалки Pronto SW:
1 – кришка; 2 – повітропровід; 3 – катушковий дозатор; 4 – патрубок з'єднувальний.

З'єднувальний патрубок 4 між дозатором 3 і напірним резервуаром сівалки повинен бути вільним для забезпечення постійного надлишкового тиску всередині бака.

На окремих моделях сівалок Pronto застосовуються різні пневматичні системи, які комплектуються 6 або 8 дюймовими (за діаметром) вентиляторами та повітропроводами 1 (рисунок 1.7), діаметром 110 або 140мм.

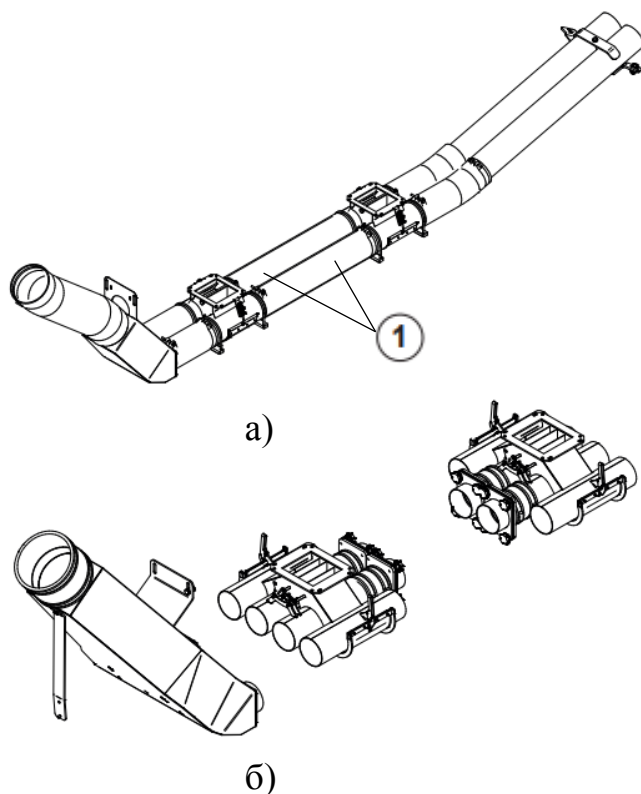


Рисунок 1.7 – Пневматичні системи сівалок а) без внесення мінералів; б) з внесенням мінералів; 1 – повітропроводи.

За варіантом (б) величину повітряного потоку для подачі посівного матеріалу і добрив можна налаштувати за допомогою заслінок в корпусі розподі-

льника. Особливо це регулювання є доречним, коли насіння основного посівного матеріалу має малу масу й норму висіву, а добрив – навпаки.

1.4 Огляд конструкцій висівних апаратів сівалок Pronto

На сівалках моделей ST M1 Pronto SW компанії Horsch застосовують катушковий висівний апарат, основним елементом якого є катушка (ротор) 4 (рисунок 1.8), закріплена на вісі у корпусі 1. Катушка приводиться в дію за допомогою електродвигуна 2, який дозволяє плавно і в досить широких межах змінювати її оберти [8].

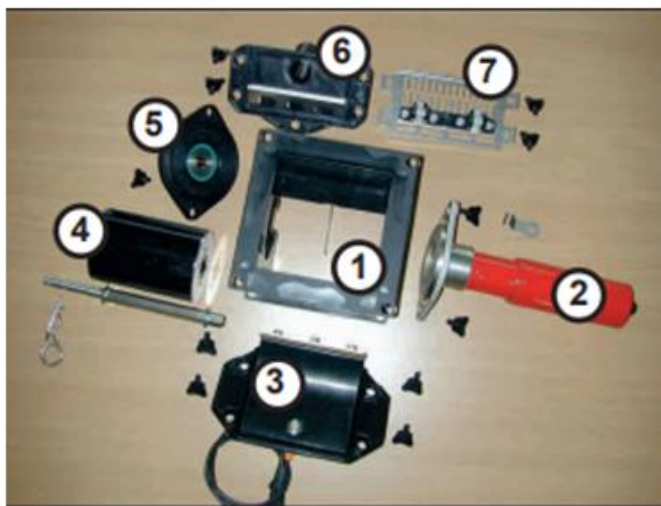


Рисунок 1.8 – Катушковий висівний апарат сівалок Pronto:

1 – корпус; привідний електродвигун; 3 – зливний клапан з ущільнювальним елементом; 4 – ротор; 5 – бокова кришка з опорою ротора; 6 – бокова кришка для напірного бункера зі скребком; 7 – бокова кришка для звичайного бункера з щітками для ріпаку.

Корпус має зливний клапан 3 у нижній частині та бокові кришки 5 та 6, які використовуються для сівби різних за розмірами насіння сільськогосподарських культур.

Катушки висівних апаратів (рисунок 1.9) мають різні за об'ємом жолобки й можуть використовуватися для сівби певних груп сільськогосподарських культур.

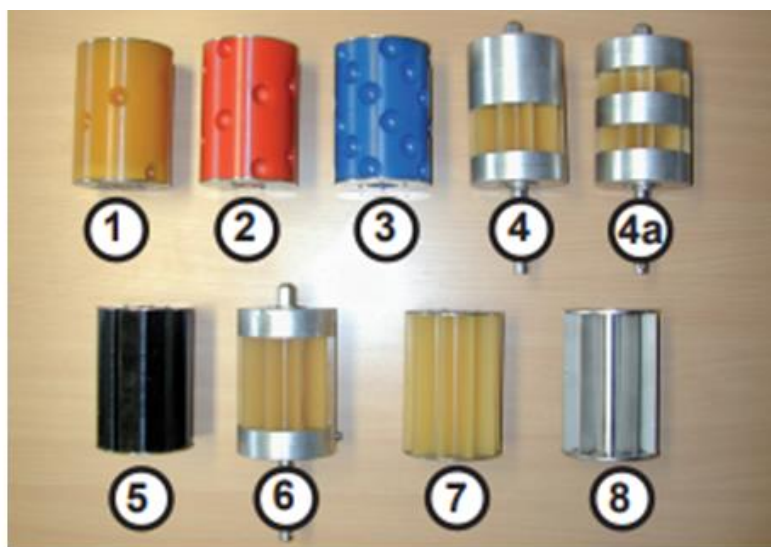


Рисунок 1.9 – Котушки висівних апаратів сівалок Pronto

Кожна із катушок висівного апарату має свій номер, об'єм жолобків та різний колір. Це дає змогу досить швидко підібрати необхідний дозатор (катушку) для певної (визначеної) сільськогосподарської культури, що відображено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристики катушок висівних апаратів сівалок

ST M1 Pronto SW

№ катушки	Розмір, см ³	Колір	Характеристика
1	20	Жовтий	- використовують для сівби кукурудзи; - непридатний для сівби бобових культур і твердих міндобрив
2	40	Червоний	
3	100	Синій	
4	170	Жовтий/алюміній	2×85 см ³ для подвійних висівних доріжок
4a	170	Жовтий/алюміній	
5	250	Чорний	
6	320	Жовтий/алюміній	
7	500	Жовтий	
8	800	Метал	

Як видно з таблиці 1.3 для сівби кукурудзи можна застосовувати дозатори з номерами від 1 до 3. Дозаторами 4 та 4а можна сіяти різноманітні сільськогосподарські культури, які мають доволі дрібне насіння – льон, ріпак, олійну редьку тощо.

Для сівби зернових культур можуть використовуватися дозатори з об'ємом понад 250см³.

Висновки

1. Для сівби зернових культур, льону та трав застосовують зазвичай рядкові способи, за яких ширина міжряддя становить 7,5см (вузькорядна сівба) або 15см (широкорядна сівба).

2. На усіх сівалках моделей Pronto компанії Horsch застосовують катушкові висівні апарати (роторні дозатори), робочі об'єми яких дозволяють сіяти різноманітні, близькі за формою і масою сільськогосподарські культури, які мають дрібне насіння (льон, ріпак, редька олійна тощо) або крупнонасінневий матеріал (зернові, зернобобові, кукурудза).

2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОТУШКОВОГО ВИСІВНОГО АПАРАТУ

2.1 Обґрунтування параметрів катушки

Котушка висівного апарату приводиться в активний рух від крокового електродвигуна чи опорно-приводного колеса в залежності від конструктивних особливостей сівалки. Під час її обертання в зоні дії виконавчих елементів (ребер, отворів тощо) утворюється активний шар насіння. Цей шар умовно ділиться на три зони. В зоні I (рисунок 2.1, а) зосереджується насіння, яке може вільно рухатися між катушкою й корпусом висівного апарату, а також насіння, що потрапило в жолобки (отвори) катушки; в зоні II міститься насіння, яке примусово переміщується завдяки обертанню катушки; в зоні III потрапляє насіння, розміщене в жолобках (отворах) катушки й активному шарі, обмеженому клапаном (відсікачем), змонтованим в нижній частині корпусу висівного апарату [2, 5, 13].

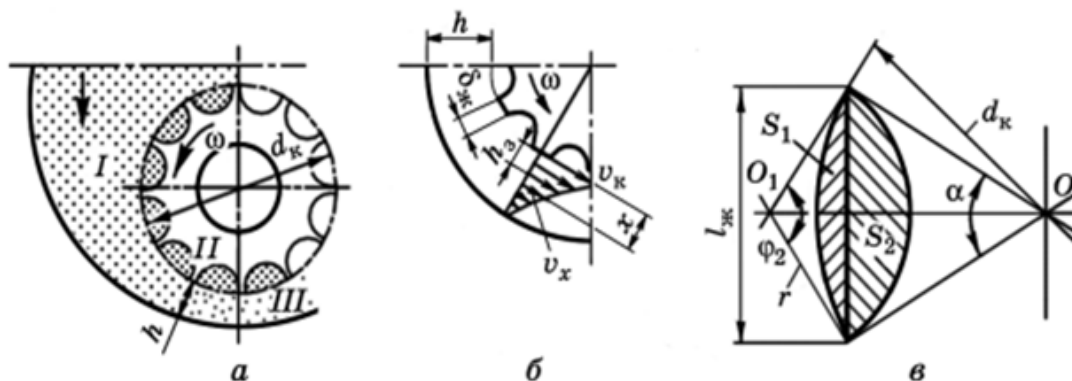


Рисунок 2.1 Схема роботи катушкового висівного апарата:

а – зони руху насіння; б – характер розподілу швидкості руху в активному прошарку; в – профіль комірки; I – вільний рух; II – примусовий рух; III – рух в активному прошарку

В зоні I спостерігається вільний (під дією сили ваги) рух насіння, обумовлений також кутом внутрішнього тертя відповідного технологічного матеріалу. Насіння, яке потрапило в зону II переміщується примусово разом з катушкою, яка обертається. Це відбувається через звуження горловини корпусу і на-

сіння переміщується з ковзанням одне об одного і катушку. У зоні III насіння переміщується через наявність сил внутрішнього тертя, обмеженими ребрами (отворами) катушки й переноситься хаотично з однієї зони в іншу.

Зерно (насіння) кожної сільськогосподарської культури має свою індивідуальну, притаманну тільки їй товщину активного шару h (див. рисунок 2.1, б). Зазвичай, товщина активного шару не перевищує шестикратної товщини насіннєвого (зернового) матеріалу [2].

У всьому активному шарі катушкового висівного апарату насіння рухається з певною швидкістю, закономірність зміни якої наближено можна описати степеневою функцією, вигляд якої наступний:

$$u_x = f(x) = u_k \left(1 - \frac{x}{h}\right)^{m_1}, \quad (2.1)$$

де: u_k – лінійна швидкість руху катушки,

m_1 – показник степеня (визначається експериментально).

У зведеній товщині активного шару h_3 (див. рисунок 2.1, б) насіння рухається з постійною швидкістю, тотожною лінійній швидкості руху катушки висівного апарату. Вона кінематично пов'язана з товщиною h (див. рисунок 2.1, б) активного шару насіння (зернового матеріалу або мінеральних добрив) такою залежністю [2, 5, 13]:

$$h_3 = \frac{h}{m_1 + 1}. \quad (2.2)$$

З врахуванням залежності (2.2) і певних перетворень формула (2.1) матиме такий остаточний вигляд:

$$u_x = \int_0^h [1 - (x/h)]^{m_1} dx = h_3 u_k. \quad (2.3)$$

Як показали попередні дослідження фактичне значення зведеної товщини активного шару h_3 насіння в катушковому висівному апараті під час сівби змінюється в невеликих межах. При цьому слід враховувати робочу довжину активної частини (об'єм отворів) катушки та швидкість її обертання.

За один оберт котушка здатна висівати об'єм зерна V_k , який сукупно містить з об'єм зерна, що потрапило у жолобки (отвори на поверхні) $V_{ж}$ та насіння, яке висівається з активного її шару $V_{ак}$, а саме:

$$V_k = V_{ж} + V_{ак}. \quad (2.4)$$

Допускаючи умову, що усе насіння, яке потрапило у жолобки $V_{ж}$ котушки має такий самий об'єм як її жолобки, отримаємо наступну залежність [2, 5, 13, 23]:

$$V_{ж} = k_3 S_{ж} Z_{ж} l_k \quad (2.5)$$

де $k_3 = 0,7 \dots 0,9$ – коефіцієнт заповнення жолобків котушки висівного апарату;

$S_{ж}$ – площа поперечного перерізу одного жолобка;

$Z_{ж}$ – кількість жолобків (отворів н поверхні);

l_k – активна довжина котушки висівного апарату.

Якщо відомо діаметр котушки d_k , то поверхня поперечного перерізу його жолобка буде характеризуватися параметрами його профілю. Якщо профіль жолобка котушки висівного апарату утворений її радіусом $R = d_k/2$ і радіусом жолобка r (див. рисунок 2.1, в), то площу його поперечного перерізу можна визначити з умови

$$S_{ж} = S_1 + S_2 = \frac{d_k^2 (\alpha' - \sin \alpha')}{8} = \frac{r^2 (\varphi_2 - \sin \varphi_2)}{2}. \quad (2.6)$$

При цьому слід врахувати, що:

$$\alpha' = \arcsin \frac{l_{ж}}{d_k}; \quad \varphi_2 = \arcsin \frac{l_{ж}}{2r}; \quad l_{ж} = d_{ж} \sin \frac{\pi}{Z_{ж} - \delta_{ж}},$$

де $\delta_{ж}$ – товщина перемички між жолобками котушки висівного апарату,

$l_{ж}$ – ширина жолобка котушки висівного апарату.

За відомої товщини активного шару h_3 , робочої (активної) довжини котушки l_k та колової швидкості V_k котушки висівного апарату можна визначити об'єм насіння $V_{ак}$, який висіватиметься з активного шару за певний (визначений) проміжок часу, скориставшись залежністю [2, 5, 13]

$$V_{ак} = h_3 u_k l_k \quad (2.7)$$

Якщо позначити через $60/n_k$ час, за який котушка висівного апарату зробить один повний оберт, то лінійну швидкість такої котушки можна визначити з умови

$$u_k = \pi d_k n_k / 60. \quad (2.8)$$

Враховуючи (2.8) об'єм насіння $V_{ак}$, який буде висіватися з активного шару котушки висівного апарату за один її повний оберт можна буде визначити з умови

$$V_{ак} = \pi d_k h_3 l_k. \quad (2.9)$$

Враховуючи формули (2.5) і (2.9) робочий об'єм (V_k , см³) котушки висівного апарату можна остаточно визначити, скориставшись формулою

$$V_k = (k_3 S_{ж} Z_{ж} + \pi d_k h_3) l_k. \quad (2.10)$$

Разом з тим, активний об'єм котушки висівного апарату можна визначити також, задавшись нормою висіву насіння (Q , кг/га), шириною посівного міжряддя (b , м) та вибравши передаточне число i приводу вала висівних апаратів (котушок) від опорно-приводного колеса або крокового електродвигуна сівалки. У такому раз за один повний оберт опорно-приводного колеса (чи вала електродвигуна) сівалка може висіяти кількість насіння (Q_1' , кг), визначеної за формулою

$$Q_1' = \frac{\pi d Q b z}{10^4}, \quad (2.11)$$

де d – діаметр опорно-приводного колеса сівалки;

z – кількість висівних апаратів сівалки (шт.), причому кожен з них має висівати таку необхідну кількість зерна (насіння):

$$Q_{1a}' = \frac{\pi d Q b}{10^4}. \quad (2.12)$$

Якщо відома щільність ρ посівного матеріалу, то за один повний оберт опорно-приводного колеса (вала крокового електродвигуна) кожна котушка висівного апарату повинна висівати такий його об'єм:

$$V_{1a} = \frac{\pi d Q b}{10^4 \rho}, \quad (2.13)$$

а з врахуванням ковзання колеса сівалки, формула (2.13) набере вигляду

$$V_{1a} = \frac{\pi d Q b}{10^4 \rho (1 - \eta)}, \quad (2.14)$$

де η – коефіцієнт ковзання колеса сівалки по ґрунту.

За один повний оберт опорно-приводного колеса зернової сівалки котушка її висівного апарату за один оберт зможе висіяти таку кількість насіння

$$V_k = \frac{V_{1a}}{i} = \frac{10^2 \pi d Q b}{\rho (1 - \eta) i}. \quad (2.15)$$

Прирівнявши праві частини формул (2.10) і (2.15) остаточно будемо мати рівність, яка з певними наближеннями дозволить визначити основні конструктивно-кінематичні параметри та режими роботи катушкового висівного апарату і сівалки [2, 5, 13]:

$$(k_z S_{ж} Z_{ж} + \pi d_k h_z) l_k = \frac{10^2 \pi d Q b}{\rho (1 - \eta) i}, \quad (2.16)$$

де i – передаточне число приводу вала катушкових висівних апаратів сівалки від осі її опорно-приводного колеса.

Важливо врахувати, що усі теоретичні розрахунки слід виконувати для максимально допустимої норми висіву для окремо взятої сільськогосподарської культури, що є необхідною умовою для визначання максимально-можливого значення робочого об'єму котушки висівного апарату.

Висновки

1. Проведеними теоретичними дослідженнями підтверджено закономірність висіву насіння катушковим апаратом, який переміщує посівний матеріал

від бункера не залежно від висоти його шару над горловиною, а умовно поділяє на три зони: вільний рух, примусовий рух та рух у вільному прошарку.

2. На підставі аналітичних досліджень отримано рівність (2.16) для визначення основних конструктивних та кінематичних параметрів і режимів роботи катушкового висівного апарату (роторного дозатора) та сівалки в цілому.

3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Мета експериментальних досліджень

Експериментальні дослідження висівних апаратів катушкового типу сівалки Pronto SW проводились з метою визначення дійсного значення вказаної норми висіву й можливого відхилення від заданого параметру під час встановлення її сівалок на норму висіву (калібрування дозатора) для насіння озимої пшениці.

Дослідження проводились з використанням лабораторної установки (рисунк 3.1), наданої університету компанією HORSCH для навчальних цілей.

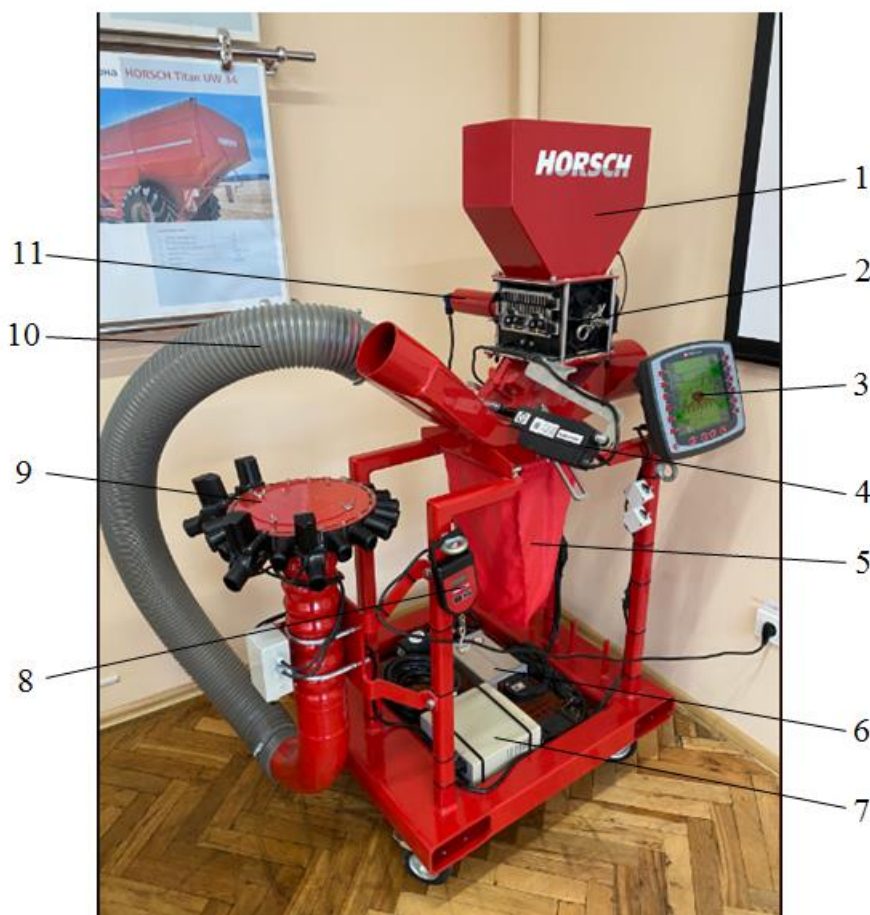


Рисунок 3.1 – Лабораторна установка для встановлення норми висіву сільськогосподарських культур на базі сівалки Pronto SW:

- 1 – бункер для зерна; 2 – катушковий дозатор; 3 – монітор; 4 – відсікач секцій;
5 – мішок для зерна; 6 – процесор; 7 – блок узгодження; 8 – вага електронна;
9 – розподільна головка; 10 – повітропровід; 11 – електродвигун.

Основними елементами лабораторної установки є процесор 6 (комп'ютер) з монітором 3, які в сукупності становлять електронний блок (систему) E-Manager Midi керування для пристроїв дозування посівного матеріалу та добрив. Дана система здійснює регулювання, контроль і керування всіма підключеними вузлами сівалки.

Керувати блоком E-Manager Midi можна з будь-якого сумісного із ISOBUS терміналу. Програмне забезпечення однакове для всіх машин та обладнання. Необхідно тільки активувати підключені вузли та виконати відповідні опції. Усі конструктивні вузли та датчики з'єднані за допомогою кабельних каналів з комп'ютером та терміналом.

Комп'ютер приймає інформацію, оцінює її та виводить дані про робочі стани та інші відомості на термінал. При порушенні верхньої чи нижньої меж для введених або жорстко регламентованих вихідних значень або при несправності індикація терміналу переривається та з'являється повідомлення про несправність. Усі сівалки з одинарним або двосекційним бункер оснащені головним комп'ютером. Крім того, всі машини, на яких встановлений третій дозатор, оснащені підпорядкованим комп'ютером.

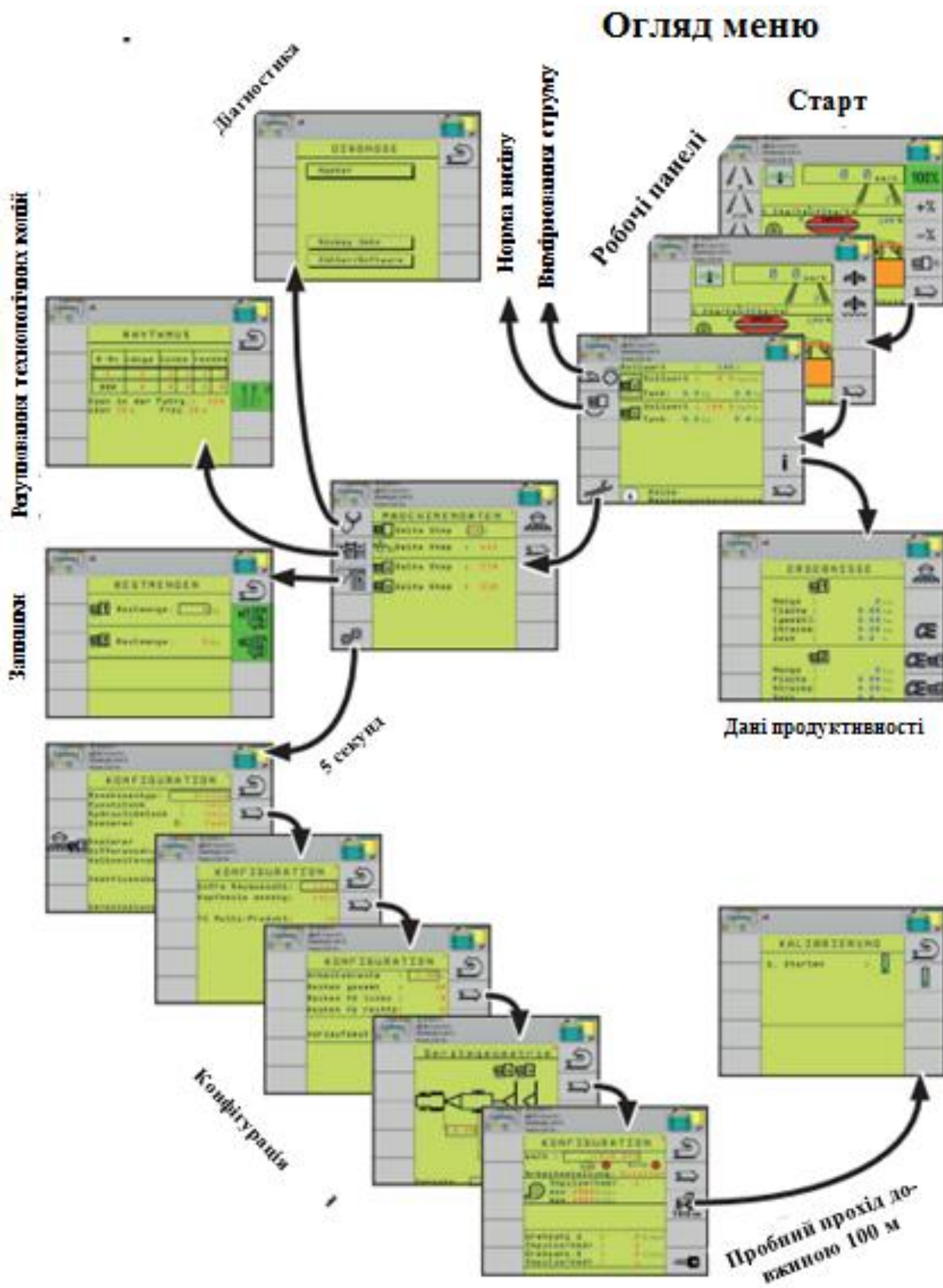
На головний комп'ютер записана версія ПЗ 10.xx, а на підпорядкований комп'ютер – версія 1.xx (процесор з червоною кришкою) або 11.xx (процесор з сірою кришкою). Сівалка Pronto 12 SW 3 m оснащена додатковим підпорядкованим комп'ютером, який керує функцією складання машини, із встановленим ПЗ 4.xx (процесор з червоною кришкою) або 14. XX (процесор з сірою кришкою).

Наклейки на комп'ютері містять версію апаратного забезпечення та каталожний номер.

Слід мати на увазі, що на моніторі електронного блоку керування E-Manager Midi програмовані кнопки активних функцій відображені зеленим кольором. Програмовані кнопки світло-сірого кольори не вмикаються. Ці кнопки стають чорними і можуть бути включені тільки у правильному режимі експлуатації. Відображення програмованих кнопок залежить від обладнання машини.

3.2 Огляд меню електронного блоку керування E-Manager Midi

Загальний вигляд меню електронного блоку та послідовність переходу від одних опцій до інших відображено на схемі.

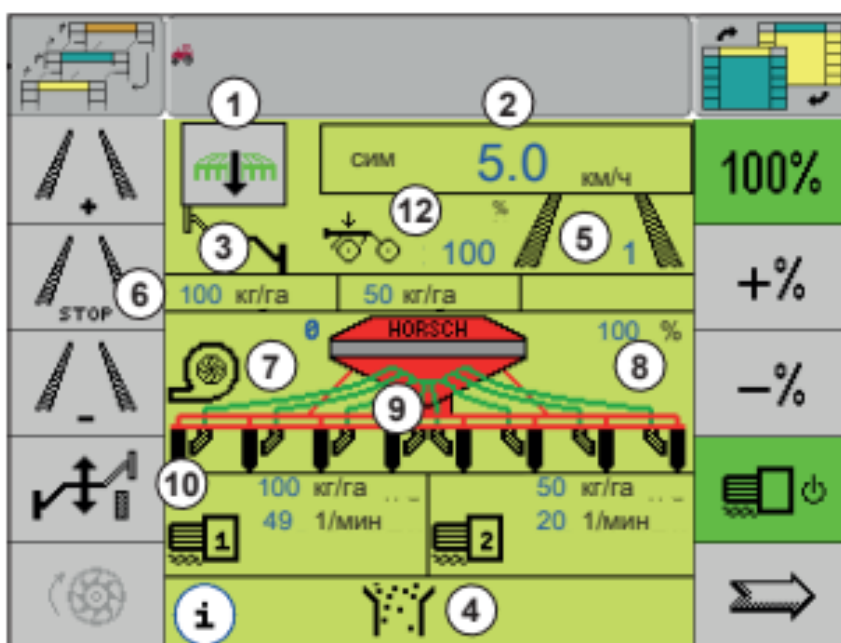


Огляд меню розпочинається з основних робочих панелей, де відображено три екрани (дисплеї), які можуть появлятися на електронному блоці.

Після увімкнення електронного блоку завжди відображається **перша сторінка** робочої панелі. Індикація на дисплеї залежить від установок та обсягу оснащення. **Друга та третя сторінки** на дисплеях робочих панелей під час сівби через 10 секунд автоматично перемикаються назад на першу сторінку. На першу сторінку можна прямо повернутися клавішами зі стрілками.

Третя робоча сторінка використовується переважно для пробного встановлення норми висіву, під час роботи для налаштування чутливості контролю подачі посівного матеріалу та для пошуку несправностей під час засмічення й пошкодження датчиків.

Робочий екран дисплея



Робочий екран – інформаційна панель: Контроль подачі посівного матеріалу

На робочому екрані цифрами позначено наступні індикації:

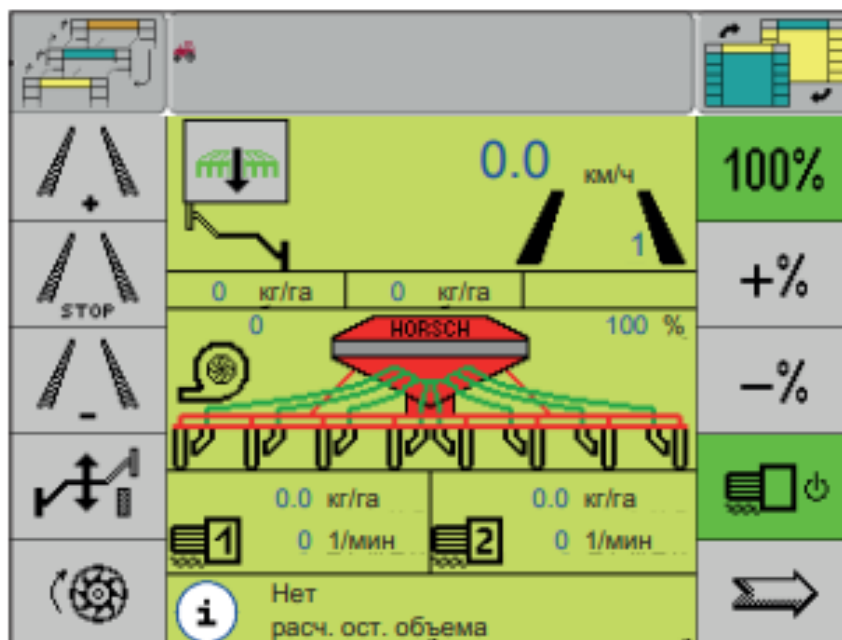
- Індикація для робочого положення:

Машина в робочому положенні	так	ні
Колір символу	зелений	жовтий
Напрямок стрілки	↓	↑

2. Індикація швидкості переміщення та робочої швидкості або задана кількість, що видається конфігурацією дозатора (котушкового робочого органу). Екранні кнопки вибираються поворотною кнопкою, яка знаходиться на верхній боковій частині корпусу електронного блоку, а їх вибір підтверджується одним її натисканням. На сенсорних терміналах натискаються екранні і програмовані кнопки.
3. Вибір положення маркерів колії.
4. Функція контролю подачі посівного матеріалу. Якщо функція контролю подачі посівного матеріалу включена, але сівалка не в робочому положенні – індикація блимає.
5. Номер колії для перемикання технологічних доріжок. При включеній технологічній доріжці символи колії відображаються чорним. Відповідні посівні сошники у п.9 ховаються.
6. Індикація даних, по виданій кількості посівного матеріалу та добрив у кг/га або зер/м² в Singular System. Перемикання відбувається автоматично при конфігурації Singular System.
7. Індикація частоти обертання вентилятора.
8. Індикація дозованого обсягу в %. При зміні кількості посівного матеріалу, який видається висівним апаратом, відображене значення у відсотках блимає.
9. У робочому положенні посівні сошники відображаються чорним. При закритих заслінках технологічних доріжок та включеній половині сторони посівні сошники ховаються.
10. Тут відображаються актуальні дані кількості технологічного матеріалу (насіння та добрив), що видається окремими дозаторами (котушками) та частота їх обертання.
11. Індикація площі в гектарах та відрізка у метрах, які ще можна засіяти залишками технологічного матеріалу, які є в бункерах.
12. Регулятор тиску сошників на ґрунт. Тут відображається поточне значення встановленого гідравлічного тиску сошників. Ця індикація з'являється,

тільки тоді, коли сівалка обладнана електрогідравлічною системою тиску сошників.

Перша сторінка робочої панелі



На першій сторінці робочої панелі відображено такі індикації (ліва сторона робочого екрану):



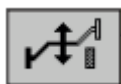
Додавання технологічної доріжки (колії). Якщо за допомогою програмованої кнопки *Зупинка технологічної доріжки* було перервано підрахунок рядів і необхідно додати доріжки в цикл, тоді необхідно натиснути цю програмовану кнопку.



ЗУПИНКА технологічної доріжки. Програмована кнопка запобігає перемикаю ритму після піднімання робочих органів (сошників) машини. Функція відображається символом ЗУПИНКА між коліями. Якщо виконана зупинка для технологічних доріжок (колій), то маркер колії також не буде перемикатися.



Видалення технологічної доріжки (колії). За необхідності видалення доріжок з циклу, наприклад, при помилковому підніманні робочих органів (сошників) машини, можна задіяти цю необхідну програмовану кнопку.



Під час стоянки гідравлічна функція «Підйом» вимкнена. Після включення блоку керування гідравлічна система керує тільки маркером колії. Машина (сівалка) залишається у робочому положенні. Функція ПІДНІМАННЯ заблокована гідравлічною системою, технологічна доріжка не включається.

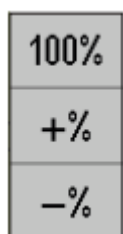


Запуск дозатора (катушки). Цю функцію можна використовувати для засіву кутів поля або під час розворотів біля краю поля. Дозатор запускається на заданий час, якщо:

- трактор не рухається;
- машина (сівалка) опущена у робоче становище;
- увімкнено функцію сівби.

Якщо в цей час отримано сигнал швидкості, то комп'ютер приймає на себе керування.

На першій сторінці робочої панелі також відображено індикації (права сторона робочого екрану). Програмованими кнопками -% або +% можна регулювати величину подачі технологічного матеріалу у кілька етапів та повертатися до вихідного значення. Кількість насіння, що видається буде відображатися на терміналі праворуч над насіннєвим бункером у %. Крок у відсотках, на який буде змінено кількість насіння, що видається при одноразовому натисканні на програмовану кнопку, можна налаштувати в параметрах машини. Тут можна також вибрати, чи буде регулюватися подача тільки посівного матеріалу або добрив. Така можливість регулювання називається **DeltaStep**.



Кількість посівного матеріалу 100%. Якщо кількість посівного матеріалу, що видається катушкою було змінено за допомогою програмованих кнопок -% або +%, то натисканням програмованої кнопки 100% можна повернутися до заданої кількості (кг/га). При зміні кількості насіння, що видається катушкою відображуване значення у відсотках на дисплеї блимає.



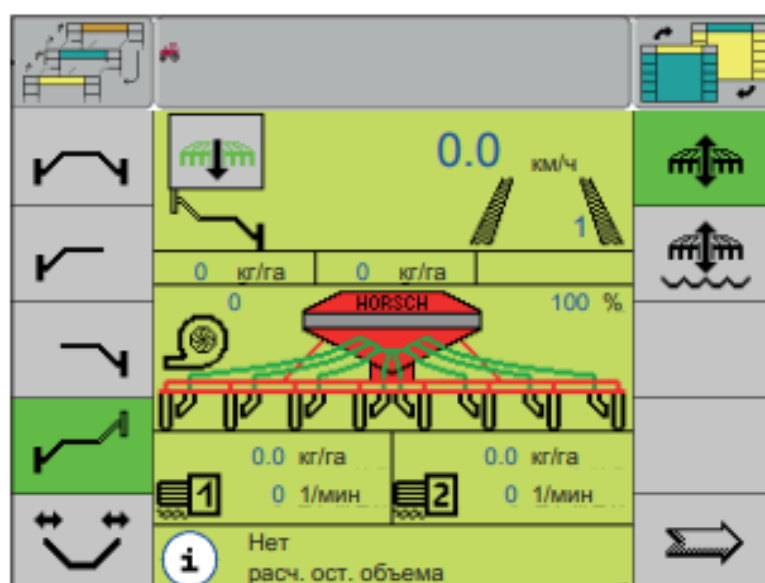
За допомогою тумблера виконується включення та виключення посівного апарату (катушки) сівалки. За вимкненої функції сівби на

терміналі під сівалкою відображається ЗУПИНКА. Якщо функцію посіву увімкнено, сівалка знаходиться в робочому положенні та комп'ютер отримує сигнал швидкості, то комп'ютер приймає керування на себе.



Символ – далі до наступної сторінки. При активованому вимкненні для половини сторони сівалки або гідравлічної системи управління маркера колії на наступній сторінці з'являється меню для керування маркером колії, підйомом та складанням-розкладанням сівалки, а також для відключення половини сторони сівалки.

Друга сторінка робочої панелі

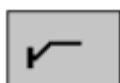


Робочий екран другої сторінки

На дисплеї відображаються увімкнені та налаштовані функції. При включенні системи керування маркерами колії завжди одночасно активується гідравлічна функція **Піднімання/опускання**:



Обидва маркери колії піднімаються або опускаються разом із машиною.



Працює лише лівий маркер колії.



Працює лише правий маркер колії.



Змінний режим – лівий та правий маркери колії піднімаються та опускаються поперемінно.



У всіх сівалках, що розкладаються за допомогою цієї програмованої кнопки відбувається перемикання гідравлічного блоку на **Складання-розкладання**. Функції **Піднімання**, **Опускання** та функція **Сівби** вимкнені.



Піднімання та опускання сівалки.

Функція **«Піднімання/Опускання»** активується автоматично під час вибору функції маркера колії. Якщо функцію маркера колії увімкнено, то за першого натискання програмованої кнопки будуть вимкнені маркер колії та функція **«Піднімання/Опускання»**.



Режим **Просідання**

У певних ситуаціях, наприклад, якщо машина просіла на вологому місці в полі, то її можна підняти за допомогою цієї функції. При цьому робочий сигнал не переривається, технологічна доріжка не вмикається. За повторного натискання програмованих кнопок або натискання програмованих кнопок для необхідної функції маркера колії відбудеться повернення до нормальної функції сівби.

Третя сторінка робочої панелі

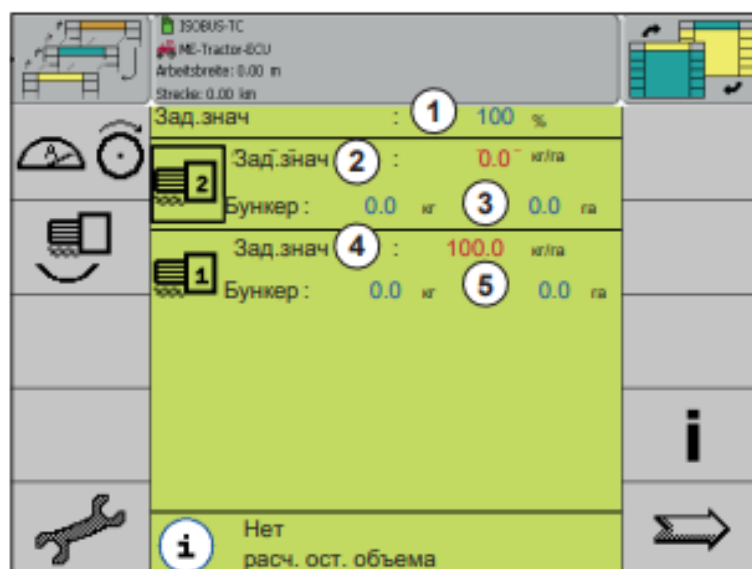


Програмована кнопка для виклику меню **Третя сторінка робочої панелі** на сенсорному терміналі.

Залежно від додаткового обладнання сівалки (наприклад, двосекційний бункер, пристрій для внесення рідких добрив або контроль подачі посівного матеріалу) на третій робочій панелі з'являються подальші символи.

На **третій сторінці робочої панелі** відображено інформацію, яку не потрібно постійно бачити при висіві. Цими кнопками, що програмуються, можна виконати перехід до інших функцій.

Третя сторінка робочої панелі має такий вигляд, де цифрами відображено окремі опції та індикації:



Робочий екран третьої сторінки

1. Індикація відносної кількості технологічного матеріалу, що подається катушкою з бункера до заданого значення у відсотковому відношенні.
2. Задане значення подачі технологічного матеріалу на дозатор (катушку) 1.
3. Індикація кількості технологічного матеріалу, що залишилася у бункері.

У меню "Залишки" необхідно ввести обсяг заповнення бункерів. Відображається обсяг кількості залишків технологічних матеріалів у бункерах та можлива площа засіву цим матеріалом.

4. Задане значення подачі технологічного матеріалу на дозатор (катушку) 2.
5. Індикація площі та відрізка в метрах, яку можна засіяти за допомогою залишків технологічного матеріалу в бункерах (на рис. не налаштовано).



Перемикаання на індикацію споживання струму та частоти обертання всіх приводів дозаторів (катушок).



Норма висіву – дозатори (катушки).



Перехід до характеристик сівалки.



Перехід до налаштувань чутливості датчиків витрати посівного матеріалу



Програмована кнопка виклику панелі *Дані продуктивності*.

3.3 Огляд меню «Норма висіву»

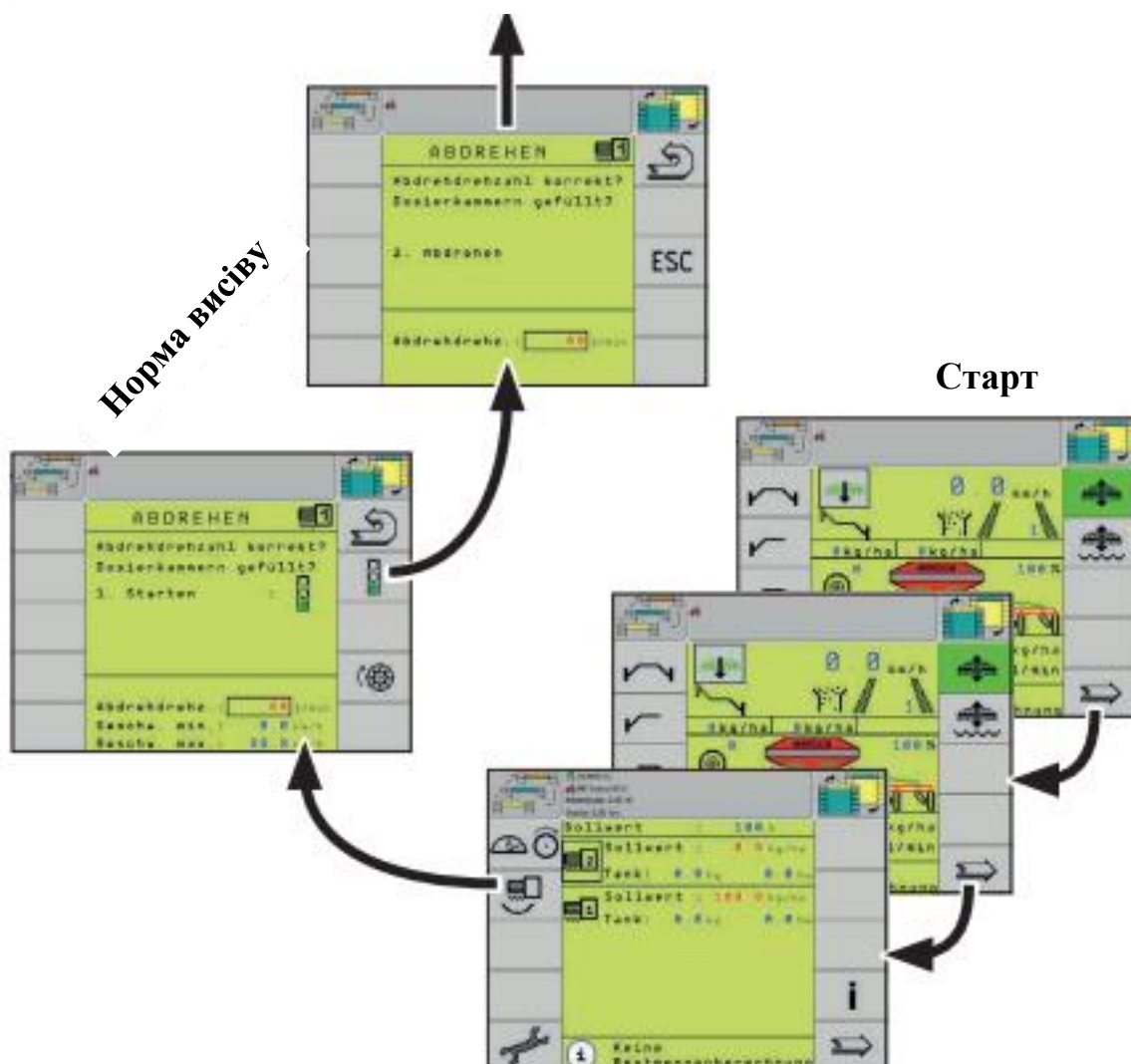
✓ Зважте пробу встановлення норми висіву

✓ Введіть вагу

✓ Перевірте діапазон швидкості



В Приведіть в дію перемикач встановлення норми висіву



Проба для встановлення норми висіву

Перед пробою встановлення норми висіву для розрахунку робочої швидкості необхідно внести задане значення норми внесення посівного матеріалу та добрива. У дозатор має бути встановлений відповідний ротор (катушка).

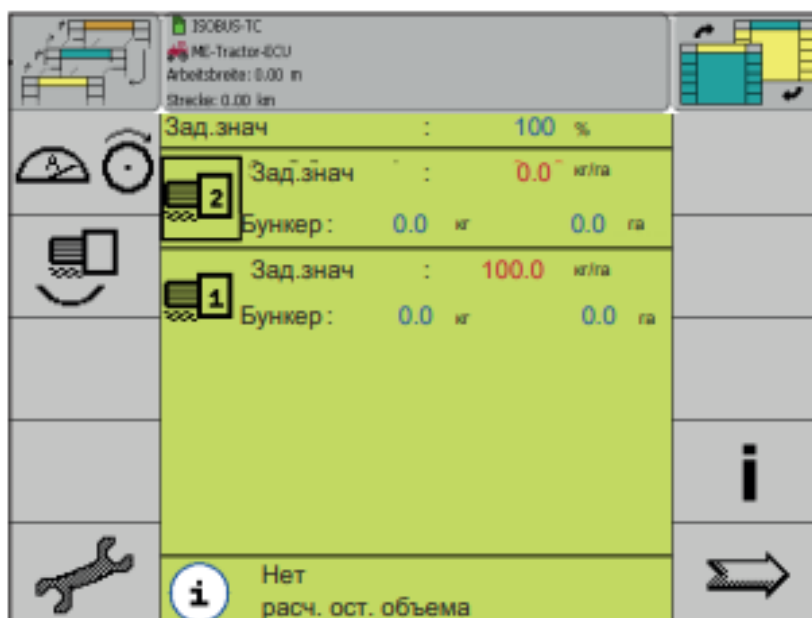
Вибір ротора (катушки) залежить від таких факторів:

- кількості посівного матеріалу,
- робочої швидкості посівного агрегату,
- робочої ширини захвату сівалки.

Мінімальні та максимальні значення подачі посівного матеріалу за різної робочої ширини захвату сівалки, а також наявних розмірів роторів (катушок) за різних робочих швидкостей наведено в таблицях (інструктивних матеріалах)

Цифрові дані в таблицях наведені на 1 кг/літр. Для кожного посівного матеріалу необхідно враховувати його питому вагу. Відповідно, за питомої ваги нижче 1кг/л необхідно встановити ротор (катушку) більшого розміру (об'єму) та навпаки.

Введення заданого значення норми висіву технологічного матеріалу



Послідовно виконайте такі команди:

1. Зайдіть у меню «Задане значення» і виберіть потрібний дозатор (катушку).

2. Тут же введіть необхідне значення норми висіву посівного матеріалу (кг/га).



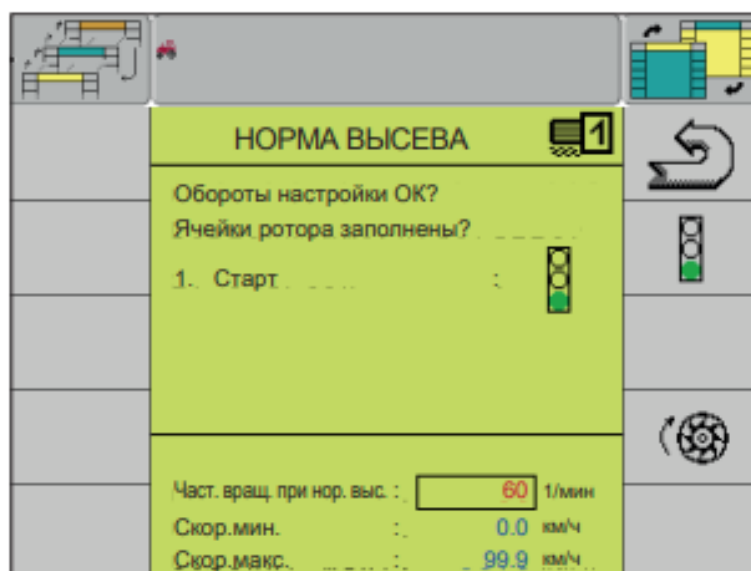
За допомогою цієї програмованої кнопки можна потрапити до меню установки норми висіву всіх конфігурованих дозаторів (котушок).



Програмована кнопка для виклику меню «Норма висіву» на сенсорному терміналі.

Натисніть програмовану кнопку «Меню встановлення норми висіву».

З'являється меню встановлення норми висіву. Індикація нагадує про налаштування частоти обертання дозатора та наповнення бункера та дозатора.



Меню встановлення норми висіву



Програмована кнопка «Світлофор». Після натискання запускається установка норми висіву.



Програмована кнопка «Попереднє дозування». Після натискання відбувається запуск дозатора.

Частота обертання під час встановлення норми висіву

Тут можна налаштувати частоту обертання катушки для встановлення норми висіву. За замовчуванням на сівалці встановлено 60 хв⁻¹. Дана частота обертання є достатньою для нормальних умов.

Якщо робота виконується переважно на вищій частоті обертання дозатора, необхідно також збільшити частоту обертання при встановленні норми висіву, щоб приблизно підтримувати однаковим заповнення комірок дозатора (катушки).

Заповнення дозатора (катушки)

Для встановлення норми висіву необхідно наповнити бункер достатньою кількістю посівного матеріалу чи добрив. Бункер має бути наповнений, однак, неповністю, особливо при використанні дрібного посівного матеріалу, щоб за необхідності можна було легше замінити ротор (катушку).

Для точності розрахунку кількості висіяного насіння під час встановлення норми висіву всі комірки ротора (катушки) на початку пробного висіву мають бути заповнені. Для цього натискають програмовану кнопку *«Попереднє дозування»*. Ротор обертається протягом часу, вказаного в меню *Конфігурація 5* у пункті *«Попереднє включення»* або повторного натискання програмованої кнопки.

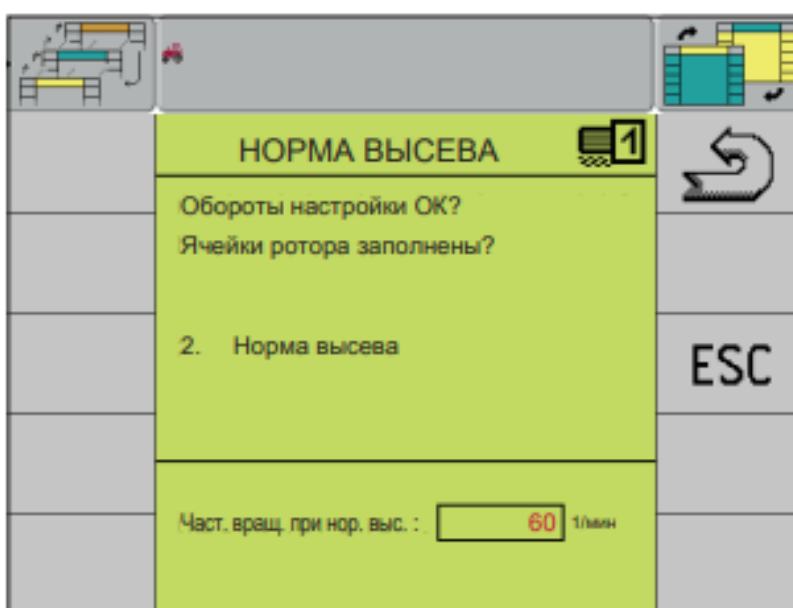
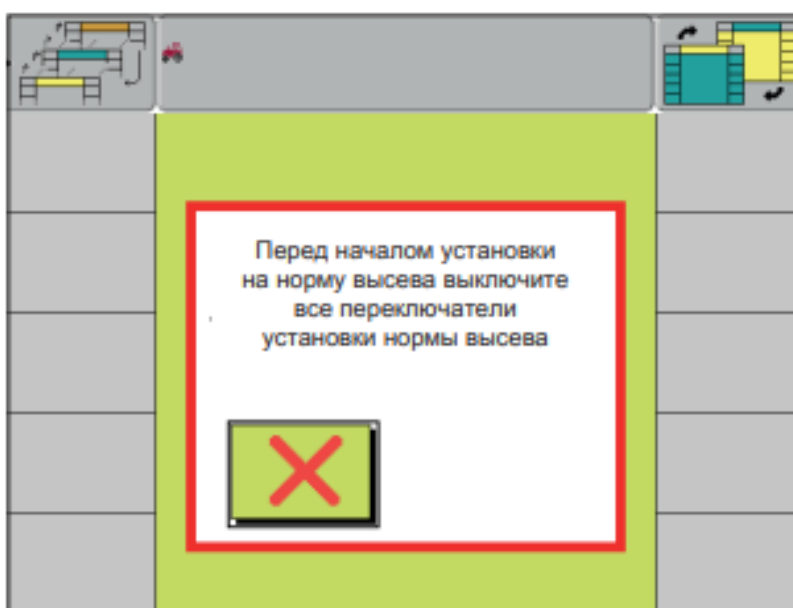
Кількість посівного матеріалу, необхідного для встановлення норми висіву

Під час запуску пробного висіву для встановлення заданої норми необхідно визначити дозу насіння, висіану за певну кількість обертів катушки. Вона слугуватиме основою для розрахунків, необхідних робочому комп'ютеру для точного керування дозатором. Цей процес називається калібруванням катушки. Він полягає у визначенні кількості насіння, що висіває катушка за один оберт.

Основним параметром, який потрібно ввести в комп'ютер є тільки вага посівного матеріалу або добрив, отриманих дозатором (катушкою) під час пробного встановлення норми висіву (калібрування). Тому потрібно мати якомога більше посівного матеріалу (добрив) під час пробного висіву (калібрування), щоб знизити похибку вимірювання.

Послідовність встановлення норми висіву

1. Зважте висівний мішок (тару) та обнулiть ваги. Вагу висівного мішка не можна враховувати під час введення заданої норми висіву.
2. Залежно від типу сівалки підставте висівний мішок або відповідну ємність під дозатор (котушку).
3. Для запуску натисніть програмовану кнопку «Світлофор». З'явиться друга сторінка «Норма висіву». Якщо вимкнено не всі тумблери налаштування, з'являється наступне спливаюче вікно:



За допомогою програмованої кнопки **ESC** можна перервати процес і запустити встановлення норми висіву знову. За допомогою програмованої кнопки **Return** можна повернутись на робочу сторінку.

4. Переведіть тумблер перемикача установки норми висіву на сівалці в робоче положення. Ротор почне обертатися та заповнить тару (мішок) для встановлення норми висіву.



Тумблер налаштування – в залежності від сівалки встановлюється у різних місцях

5. Після завершення калібрування з встановлення норми висіву з'являється вікно меню для введення кількості для встановлення норми висіву:

НОРМА ВЫСЕВА		ESC
Обороты настройки ОК? Ячейки ротора заполнены?		
3. Ввод кол-ва или прервать ESC		
Кол-во для уст. нор. выс. :	4.604	кг
Част. вращ. при нор. выс. :	60	1/мин
Скор. мин. :	2.5	км/ч
Скор. макс. :	20.8	км/ч
		Return

6. Зніміть бункер для встановлення норми висіву і звільніть спускний шлюз від посівного матеріалу, що залишився в ньому.
7. Зважте висіяний посівний матеріал.
8. Введіть вагу в пункті «Кількість для встановлення норми висіву». З'явиться запит про те, чи потрібно зберегти введений калібрувальний коефіцієнт.

4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для експериментів вибрились два катушкові дозатори з об'ємом жолобків 170 та 250см³ (вибирались з рекомендованих для сівби зернових культур).

На попередньому етапі з рекомендованих інструкційних матеріалів вибирались параметри їх роботи на різних швидкостях, наведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Параметри роботи катушкових дозаторів

№ за/п	Ширина захвату сівалки, м	Об'єм жолобків ротора, см ³	Робоча швидкість, км/год	Норма висіву, кг/га			
				нижня межа	рекомендований діапазон		верхня межа
					<i>min</i>	<i>max</i>	
1	3,0	170	5	175	233	466	641
			10	87	117	233	321
			15	58	78	155	214
2	3,0	250	5	257	343	686	943
			10	129	171	373	471
			15	86	114	229	314

Як видно з таблиці для сівби заданої (200 кг/га) норми пшениці озимої сівалкою з шириною захвату 3,0м можна рекомендувати ротор № 170, за якого агрегат має рухатися з максимальною швидкістю 10км/год., або ротор № 250, за якого агрегат має рухатися з максимальною швидкістю 15км/год.

Перевагу слід надати ротору № 250, оскільки він буде обертатися з меншою коловою швидкістю, що збільшує імовірність кращого заповнення міжжолобкових просторів насінням під час її обертання в її шарі.

По завершенню експериментів зі становлення норми висіву (калібрування) на двох типах висівних катушкових дозаторі (роторів) було проведено обробку їх результатів.

На підставі отриманих даних експериментів було сформовано таблицю 4.2 їх остаточних результатів.

Таблиця 4.2 – Результати калібрування катушкових роторів сівалки Pronto SW

Ширина захвату сівалки, м	Об'єм жолобків ротора, см ³	Рекомендована робоча швидкість, км/год	Оберти катушкового дозатора, хв ⁻¹	Фактична робоча швидкість, км/год	Доза висіву за <i>n</i> обертів катушки, кг		Відхилення, %	Корекція висіву, кг
					теоретична (за показами монітора)	фактична (зважена)		
Перше зважування								
3,0	170	10	60	9,0	0,428	0,388	9,35	0,040
3,0	250	15	60	12,2	0,406	0,371	8,62	0,035
Друге зважування								
3,0	170	10	60	9,0	0,563	0,548	2,66	0,015
3,0	250	15	60	12,2	0,481	0,463	3,74	0,018

Як видно з таблиці 4.2 для калібрування катушкових висівних апаратів сівалки Pronto SW не залежно від об'єму їх жолобків необхідно послідовно проводити декілька спроб для отримання остаточного позитивного результату, коли фактично висіяна доза насіння пшениці озимої не буде відхилятися від теоретичного значення більш ніж на 5%.

Як видно з таблиці за першого зважування висіяного за *n* обертів катушки насіння пшениці озимої для ротора №170 відхилення становить 9,35%, що вимагає корекції 0,040кг насіння. Аналогічно для ротора №250 відхилення становить 8,62%, що вимагає корекції 0,035кг насіння.

Після корегування норми на лабораторному стенді повторним дослідженням встановлено остаточні параметри роботи висівних апаратів катушкового типу сівалки триметрової Pronto SW. Так, для ротора №170 відхилення становить всього 2,66%, що вимагає корекції 0,015кг насіння, а для ротора №250 відхилення становить 3,74%, що вимагає корекції 0,018кг насіння. Про-

те, вказані відхилення перебувають в межах допустимих значень і корекцію можна не здійснювати.

Висновки

1. Експериментами встановлено, що для калібрування катушкових висівних апаратів сівалки Pronto SW не залежно від об'єму їх жолобків необхідно послідовно проводити декілька спроб, поки фактично висівна доза насіння пшениці озимої не буде відхилятися від теоретичного значення більш ніж на 5%.

2. Експериментальними дослідженнями встановлено, що за першого зважування висівного за n обертів катушки насіння пшениці озимої для ротора №170 відхилення становить 9,35%, що вимагає корекції 0,040кг насіння. Аналогічно для ротора №250 відхилення становить 8,62%, що вимагає корекції 0,035кг насіння.

3. Експериментами встановлено, що після корегування норми висіву для ротора №170 відхилення становить всього 2,66%, а для ротора №250 відхилення становить 3,74%, що є в межах допустимих значень і корекцію можна не здійснювати.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

5.1 Складання карти умов праці під час сівби зернових культур

Для сучасного с.-г виробництва характерним є вплив на організм людини різних технічних, біологічних та інших факторів. З метою прогнозування цих факторів необхідно провести паспортизацію робочого місця механізатора.

Метою паспортизації санітарно-технічного стану робочого місця є виявлення усіх виробничих небезпек для розробки проектів та прийняття інженерно-технічних і організаційних рішень, спрямованих на створення безпечних і нешкідливих умов праці. Відповідно до типової ієрархічної структури сільськогосподарського виробництва (цех, діляниця, робоча зона бригади, робоче місце) одиничним елементом виробництва є робоче місце. На ньому проявляються всі небезпечні і шкідливі фактори, які діють на працюючого і визначають ефективність його виробничої діяльності. Базовим елементом паспортизації є карта умов праці, в якій представлені фактори безпеки по трьох напрямках факторів небезпеки: трудовому, санітарно-гігієнічному та технічному [4, 6, 12].

Карта умов праці передбачає виявлення на робочому місці шкідливих і небезпечних виробничих факторів та причин їх виникнення; дослідження санітарно-гігієнічних факторів виробничого середовища, важкості й напруженості трудового процесу, комплексну оцінку факторів виробничого середовища і характеру праці на відповідність їх вимогам стандартів, норм і правил; обґрунтування віднесення робочого місця до відповідної категорії з шкідливими умовами праці, підтвердження (встановлення) права працівників на пільгове пенсійне забезпечення та інші пільги залежно від умов праці.

Карта умов праці на робочому місці становить основу санітарно-технічного паспорту виробничої ділянки (бригади, майстерні, ферми тощо).

Паспорт господарства складається з паспортів ділянок і містить додаткову характеристику засобів загальногосподарського користування, об'єкти

колективного захисту. Кожний головний спеціаліст господарства організовує обстеження умов праці і стан технічної безпеки і підпорядковані їй йому галузі. Значно зменшити об'єми робіт при паспортизації можна шляхом групування типових робочих місць.

За гігієнічною класифікацією праці та іншими джерелами визначається перелік факторів умов праці на робочому місці, для яких з нормативних документів встановлюються гранично допустимий рівень або гранично допустиму концентрацію (ГДР, ГДК), які заносять в графи 1, 2 та 3 (таблиця 5.1).

Складаємо карту умов праці робочого місця механізатора під час механізованого посіву зернових, виконавши розрахунки окремих коефіцієнтів за наступними формулами.

Коефіцієнт нормозабезпеченості визначаємо за формулою [4, 6]

$$K_n = 1 \pm \frac{A_e - A_n}{A_n}, \quad (5.1)$$

де A_e – фактичне значення умов праці;

A_n – гранично допустимий рівень або концентрація.

Коефіцієнт небезпечності від дії фактора можна визначити з виразу:

$$K_{\partial\phi} = K_n \cdot T_{\partial\phi}, \quad (5.2)$$

де $T_{\partial\phi}$ – час дії фактора у частках тривалості зміни.

Коефіцієнт небезпечності від усіх факторів становить:

$$K = \frac{K_{\partial\phi}}{n}, \quad (5.3)$$

де n – кількість факторів умов праці.

Під час складання умов праці на робочому місці механізатора використовуємо дані нормативних документів:

- ДСТУ 12.1.003-83 – Шум. Санітарно-гігієнічні вимоги;
- ДСТУ 12.1.005-86 – Повітря робочої зони. Санітарно-гігієнічні вимоги;
- ДСТУ 23.00-93 – Вібрація, терміни та визначення;

– ДНАОП 0.00-1* – Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.

Таблиця 5.1– Карта умов праці під час сівби зернових культур

Фактори умов праці	Нормативне значення фактора		Фактичне значення фактора умов праці, A_v	Коефіцієнт нормозабезпечення, K_n	Час дії фактора		Коефіцієнт небезпечності	
	Гранично допустимий рівень або концентрація (ГРД, ГДК), A_n	Нормативний документ			В годинах	Частках довготривалості зміни, $T_{пф}$	Від дії фактора, $K_{дф}$	Від усіх факторів, K
1. Рівень шуму	80 дБ	ДСТУ 12.1.009-83	85 дБ	1,06	8	0,8	0,85	
2. Вібрація	0,65 м/с для 1000 Гц, 102 дБ	ДСТУ 23.00-93	0,72 м/с для 1000 Гц, 102 дБ	1,1	8	0,8	0,88	
3. Температура повітря (вересень-жовтень)	Відкриті території, +18,8°C	ДНАОП 0.00-1*	+22°C	0,85	8	0,8	0,68	
4. Пари нафтопродуктів	100 мг/м ³	ДСТУ 12.1.005-86	107 мг/м ³	1,1	8	0,8	0,88	
5. Сенсорні навантаження:								
5.1. Щільність сигналів	75%	ДНАОП 0.00-1*	80%	1,1	8	0,8	0,88	
5.2. Кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження	5%	ДНАОП 0.00-1*	6%	1,2	8	0,8	0,96	
6. Робоча поза	Вільна	ДНАОП 0.00-1*	Перебування у фіксованій позі більше 50% часу	0,5	8	0,8	0,8	
Всього								0,85

На підставі аналізу даних таблиці 5.1 можна зробити висновок, що фактичне значення умов праці механізатора під час безпосереднього посіву дещо перевищують граничні показники, регламентовані відповідними нормативними документами. Особливо шкідливими є вібраційні фактори, пов'язані з технологічним процесом садіння зернових, під час якого на остов трактора передаються віброударні коливання від активних конструктивних елементів сівалки.

Шкідливими є також пари нафтопродуктів (дизельного палива, оливи гідросистеми та гідроприводу). Для запобігання шкідливої дії вказаних небезпек механізатору необхідно щогодини робити технологічні перерви на 5–10 хв., вимкнувши при цьому двигун та покинувши кабінку енергетичного засобу

5.2 Оцінка рівня небезпеки виникнення аварій і травм

Методикою оцінки рівня небезпеки робочих місць, машин, робочих процесів та окремих виробництв передбачено пошук об'єктивного критерію (показника) рівня небезпеки для конкретного об'єкта. Таким показником вибрана ймовірність виникнення аварій, травм або катастроф залежно від досліджуваного явища.

Для того щоб оцінку рівня небезпек певного об'єкта чи явища запровадити на виробництві, необхідний простий і доступний метод обчислення значень ймовірності будь-кого випадкового явища. Основні принципи цього методу полягають у тому, що на основі обстеження робочого місця чи окремої машини виявляють виробничі небезпеки, можливі аварії або травмонезбезпечні ситуації. При оцінці ситуацій визначають події, які можуть стати головними.

Після вибору головної події розпочинають побудову моделі. Використовуючи оператори „і” та „або”, виконують набір ситуації, які можуть призвести до тієї події, яка вибрана як головна.

Після визначення відповідних аварійних, травмонезбезпечних або катастрофічних ситуацій та їх кількості, визначають інші події, що входять до кожної такої ситуації, логічним аналізом із використанням операторів „і”, „або”. Про-

цес побудови моделі триває поки не будуть знайдені усі базові події, що визначають межу моделі [12].

Повністю побудована модель підлягає математичній обробці для визначення ймовірності кожної випадкової події, що увійшла до моделі, починаючи з базових і закінчуючи головною.

Ймовірність базових подій визначають за даними виробництва. Для визначення ймовірності ми повинні встановити наскільки (%) від ідеального рівня здійснюється відповідний контроль. Якщо буде встановлено, що такий рівень контролю становить 50 або 30%, то ймовірність відповідно дорівнює 0,5 і 0,3. При відсутності контролю ймовірність становить 1, якщо контроль ідеальний, відповідна ймовірність дорівнює 0.

1. Нехай дві базові події з ймовірностями P_1 і P_2 за допомогою оператора „і” входять у наступну третю подію. Тоді ймовірність виникнення цієї події P_3 можна визначити за формулою

$$P_3 = P_1 \cdot P_2.$$

2. За допомогою оператора „і” три події з ймовірностями P_1 , P_2 і P_3 формують четверту подію P_4 , яку обчислюють

$$P_4 = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3.$$

3. Оператор „і” об’єднує n подій з ймовірностями P_1 , P_2 , P_3 , ..., P_n . Тоді ймовірність вихідної події P буде

$$P = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot \dots \cdot P_n.$$

4. Дві базові події з ймовірностями P_1 і P_2 за допомогою оператора „або” входять до третьої події. Тоді ймовірність P_3 буде

$$P_3 = P_1 + P_2 - P_1 \cdot P_2.$$

5. Оператор „або” об’єднує три базові події з ймовірностями P_1 , P_2 і P_3 , які за допомогою цього оператора входять у наступну подію з ймовірністю P_4 . Тоді ймовірність цієї події можна визначити за формулою

$$P_4 = P_1 + P_2 + P_3 - P_1 \cdot P_2 - P_1 \cdot P_3 - P_2 \cdot P_3 + P_1 \cdot P_2 \cdot P_3.$$

6. Якщо в оператора „або” входять чотири і більше випадкових базових подій з відомими значеннями ймовірностей, то для спрощення обчислень їх згруповують по дві або по три події і застосовують наведені формули. Після визначення ймовірностей вихідних подій кожної з таких груп, їх знову необхідно згрупувати і провести аналогічні обчислення аж поки не залишиться дві або три події, над якими необхідно провести ті ж операції.

Так, поступово обчислюють ймовірність вихідних подій кожного окремого розгалуження, наближаємось до головної події і обчислюємо ймовірність її виникнення.

Значення ймовірності головних подій, що досліджуються, нажаль, не можна порівняти з нормативними значеннями певного ступеня ризику для певної людини – машинної системи, бо таких даних просто не існує. Але значення ймовірностей тієї чи іншої події, обчислені при дослідженні конкретної моделі, дає уяву про високу, середню і незначну небезпеку.

Для проведення обчислень ймовірності травми використаємо логіко – імітаційну модель процесу її формування (рисунок 5.1):

$$P_3 = P_1 + P_2 - P_1 \cdot P_2 = 0,2.$$

$$P_6 = P_4 + P_5 - P_4 \cdot P_5 = 0,2.$$

$$P_7 = P_3 + P_6 - P_3 \cdot P_6 + P_3 \cdot P_6 = 0,32.$$

$$P_{10} = P_8 + P_9 - P_8 \cdot P_9 = 0,2.$$

$$P_{13} = P_{11} + P_{12} - P_{11} \cdot P_{12} = 0,2.$$

$$P_{14} = P_{10} + P_{13} - P_{10} \cdot P_{13} + P_{10} \cdot P_{13} = 0,32.$$

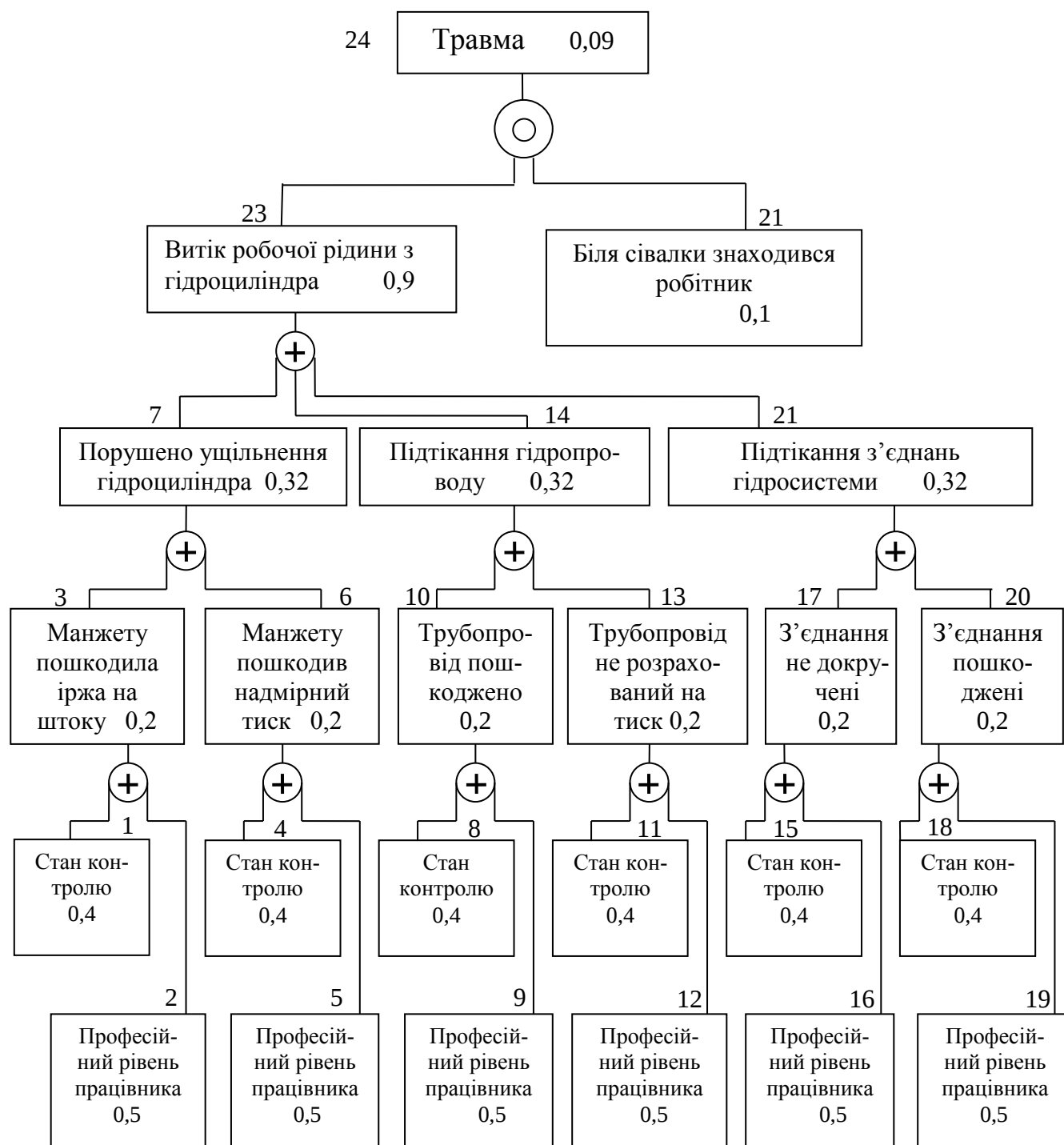
$$P_{17} = P_{15} + P_{16} - P_{15} \cdot P_{16} = 0,2.$$

$$P_{20} = P_{18} + P_{19} - P_{18} \cdot P_{19} = 0,2.$$

$$P_{21} = P_{17} + P_{20} - P_{17} \cdot P_{20} + P_{17} \cdot P_{20} = 0,32.$$

$$P_{23} = P_7 + P_{14} + P_{21} - P_7 \cdot P_{14} \cdot P_{21} = 0,9.$$

$$P_{24} = P_{23} \cdot P_{22} = 0,09.$$



Оператори:



Рисунок 5.1 – Схема логіко-імітаційної моделі процесу виникнення травм під час технічного обслуговування зернової сівалки:

1, 2, 3 – номери подій; 0,3; 0,4 – ймовірність подій.

Таким чином, на робочому місці під час технічного обслуговування сівалки, начепленого на гідравлічну систему начіпки енергетичного засобу за наявності тих недоліків з охорони праці, які відображені у базових подіях на 100 таких місць, можна очікувати 9,0 травм. Якщо зазначені недоліки негайно усунути (підвищити професійний рівень робітників, поліпшити контроль та замінити пошкоджені елементи гідроприводу), то можна побачити на моделі, шляхом повторного розрахунку, що рівень небезпеки буде наближатися до 0, а рівень безпеки до 1.

Слід мати на увазі, що використання логіко-імітаційних моделей для дослідження аварій і травм та обґрунтування заходів з охорони праці, дають можливість знизити ймовірність виникнення аварійних та травмонебезпечних ситуацій [4, 6, 7, 13].

5.3 Основні чинники негативного впливу на довкілля під час сівби зернових

Використання потужних енергетичних засобів на окремих механізованих операціях під час вирощування і збирання зернових культур, особливо під час сівби призводить до надмірного ущільнення його поверхневого шару. Ходові системи енергетичних засобів, які рухаються полем, негативно діють на ґрунт, що призводить до зниження їх родючості та зменшення гумусового шару, утруднюється доступ вологи, повітря та поживних речовин до кореневих систем культурних рослин. Особливо небезпечним є використання енергетичних засобів з надмірно зношеними шинами, що може призводити до пробуксовування ходової частини трактора і «спалювання» ґрунту під шинами, що обертаються на місці. Це призводить до зниження або повної втрати родючості такого ґрунту.

Необхідно працювати у тиху, безвітряну погоду, щоб зайвий раз не піднімалась пилюка від взаємодії з ґрунтом робочих органів сівалок і ходових систем тракторів і не виносилася за межі поля і не потрапляла в навколишнє середовище чи водойми.

6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНОВИХ СІВАЛОК

Для порівняльної оцінки економічної ефективності роботи зернових сівалок вибирались посівний комплекс Horsch Pronto 6 DC, агрегований з енергетичним засобом John Deere 7310 R та модель зернової сівалки ASTRA-6 компанії ELVORTI, агрегатованої з трактором КИЙ 14820 [19, 20, 21, 22].

Основним критерієм економічної ефективності від покращання технічних і технологічних параметрів машини є економічний ефект. Його визначають як різницю між отриманими показниками використання запропонованого посівного агрегату та їх чинними значеннями на даний момент для базової моделі [17, 18].

Дослідження економічної ефективності використання зернових сівалок Horsch Pronto 6 DC та ASTRA-6 компанії ELVORTI проводимо на основі методики розрахунку ефективності спеціалізованої сільськогосподарської техніки.

Прямі питомі експлуатаційні затрати визначаються за формулою

$$I = Z_n + A + R + \Pi + Z_{зб}, \quad (6.1)$$

де Z_n – сума заробітної плати механізаторів і допоміжних працівників, грн./га;

A – амортизаційні відрахування, грн./га;

R – відрахування на ремонт і технічне обслуговування, грн./га;

Π – вартість паливно-мастильних матеріалів, грн./га;

$Z_{зб}$ – відрахування на зберігання, грн./га.

Відрахування на зарплату визначаються з виразу

$$Z_n = \Sigma (n_i \tau_i k_i) / W_{зм}, \quad (6.2)$$

де n_i – чисельність i -го виробничого персоналу, чол.;

τ_i – годинна тарифна ставка працівників, грн./год;

k_i – коефіцієнт, що враховує всі види доплат і нарахувань;

$W_{зм}$ – продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

Амортизаційні відрахування всіх складових агрегату визначаються з виразу:

$$A = \Sigma (B_i a_i / (W_{зм} T_{ф.p.i})), \quad (6.3)$$

де B_i – балансова вартість i -ої складової агрегату та допоміжного обладнання, грн.;

a_i – коефіцієнт відрахувань на реновацію;

$T_{ф.p.i}$ – тривалість фактичного річного використання складових МТА, год.

Відрахування на ремонт і технічне обслуговування визначаються за формулою

$$R = \Sigma (B_i (p_i + \kappa_i) / (W_{зм} T_{н.p.i})), \quad (6.4)$$

де p_i – коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування i -ої складової агрегату;

κ_i – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт трактора або складних самохідних машин;

$T_{н.p.i}$ – нормативне річне завантаження i -ої складової агрегату, год.

Вартість паливно-мастильних матеріалів визначається з виразу

$$\Pi = G\Pi / W_{зм}, \quad (6.5)$$

де G – витрата паливно-мастильних матеріалів, кг/год;

Π – комплексна вартість нафтопродуктів, грн./кг.

Витрати на зберігання машин визначаються виходячи із затрат на їх консервацію та підготовку до використання й приймаються в межах 6,5 % від витрат на ремонти і технічне обслуговування, тобто

$$З_{зб} = 0,065 R. \quad (6.6)$$

Капітальні вкладення на одиницю напрацювання становлять:

$$K = \Sigma (B_i / (W_{зм} T_{н.p.i})). \quad (6.7)$$

Затрати праці на виконання виробничого процесу

$$Z_{зб} = \Pi_o / W_{зм}, \quad (6.8)$$

де Π_o – чисельність обслуговуючого персоналу, чол.

Зведені затрати знаходяться за формулою:

$$Z = I + E \Sigma (B_i / (W_{зм} T_{н.р.і})), \quad (6.9)$$

де E – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень.

Річний економічний ефект від експлуатації нової машини E_m визначається за формулою:

$$E_m = (Z_{б} - Z_{н}) B_p, \quad (6.10)$$

де $Z_{б}$, $Z_{н}$ – зведені затрати на одиницю напрацювань для базової та модернізованої машини, грн./га.;

B_p – річне напрацювання модернізованої машини, га.

Річну економію (перевитрату) прямих і зведених затрат, робочої сили та капіталовкладень виражають через ступінь зміни C у відсотках:

$$C = 100(Z_{рб} - Z_{рн})/Z_{рб}, \quad (6.11)$$

де $Z_{рб}$, $Z_{рн}$ – річні затрати (праці, капітальних вкладень, прямих та зведених витрат) відповідно для базової та модернізованої машин.

Вихідні дані для проведення досліджень економічних показників вибирались на основі найсприятливіших умов використання сівалок, на підставі яких була визначена його продуктивність. Посівний агрегат обслуговували по одному допоміжному працівнику.

Ціна техніки вибиралась на основі рекламної інформації заводів-виготовлювачів станом на 1.09.2025 р.; годинні тарифні ставки обслуговуючого персоналу визначались з умови отримання середньої заробітної плати в межах 16500 грн.

Таблиця 6.1 – Економічна ефективність використання сівалок

Показники	КИЙ 14820+ ASTRA-6	John Deere 7310R+ Horsch Pronto 6DC
1	2	3
Прямі затрати, грн./га на:		
- оплату праці	106,25	50,00
- паливно-мастильні матеріали	1138,80	1080,00
- ТО, поточний і капітальний ремонт	550,23	577,90
- реновацію	387,73	396,91
- інші прямі затрати	35,77	37,56
- всього прямих затрат	2218,78	2142,07
Капітальні вкладення, грн.	3101,85	3172,91
Зведені затрати, грн.	2684,06	2618,01
Річний економічний ефект від експлуатації модернізованої машини, грн.	-	9769,69
Економічний ефект від виробництва і використання за строк служби модернізованої машини, грн.	-	35526,14
Затрати праці, люд. год/га	0,42	0,20
Річна економія праці, люд. год	-	32,14
Зменшення (%):		
- затрат праці	-	52,94
- прямих затрат	-	3,46
- зведених затрат	-	2,46
- капітальних вкладень	-	-2,29

Отримані результати експериментальних досліджень і проведених за формулами (6.1)–(6.11) розрахунків (див. таблицю 6.1) свідчать про доцільність використання сівалки Horsch Pronto 6DC, агрегатованої з трактором John Deere 7310R в порівнянні з МТА в складі трактора КИЙ 14820 та сівалки ASTRA-6, оскільки річний економічний ефект в цьому випадку становитиме

9769,69грн., а у випадку використання його за весь термін експлуатації – 35526,14грн.

Завдяки збільшенню змінної продуктивності зменшуються на одиницю напруцювання: затрат праці – на 52,94%, прямих затрат – на 3,46%;зведених затрат – на 2,46%. Поряд з цим необхідно щорічно збільшувати капіталовкладення на 2,29%

Висновки

1. Проведені розрахунки підтверджують ефективність використання сівалки Horsch Pronto 6DC, агрегатованої з трактором John Deere 7310R в порівнянні з МТА в складі трактора КИЙ 14820 та сівалки ASTRA-6.

2. Виконані розрахунки показують те, що річний економічний ефект від використання посівного агрегату John Deere 7310R+ Horsch Pronto 6DC становить 9769,69грн., а у випадку використання його за весь термін експлуатації – 35526,14грн.

3. Використання посівного комплексу у складі трактора John Deere 7310R та сівалки Horsch Pronto 6DC дозволить зменшити на одиницю напруцювання затрат праці – на 52,94%, прямих затрат – на 3,46%;зведених затрат – на 2,46%.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Для сівби зернових культур, льону та трав застосовують зазвичай рядкові способи, за яких ширина міжряддя становить 7,5см (вузькорядна сівба) або 15см (широкорядна сівба).
2. На усіх сівалках моделей Pronto компанії Horsch застосовують катушкові висівні апарати (роторні дозатори), робочі об'єми яких дозволяють сіяти різноманітні, близькі за формою і масою сільськогосподарські культури, які мають дрібне насіння (льон, ріпак, редька олійна тощо) або крупнонасіненний матеріал (зернові, зернобобові, кукурудза).
3. Проведеними теоретичними дослідженнями підтверджено закономірність висіву насіння катушковим апаратом, який переміщує посівний матеріал від бункера не залежно від висоти його шару над горловиною, а умовно поділяє на три зони: вільний рух, примусовий рух та рух у вільному прошарку.
4. На підставі аналітичних досліджень отримано рівність (2.16) для визначення основних конструктивних та кінематичних параметрів і режимів роботи катушкового висівного апарату (роторного дозатора) та сівалки в цілому.
5. Експериментами встановлено, що для калібрування катушкових висівних апаратів сівалки Pronto SW не залежно від об'єму їх жолобків необхідно послідовно проводити декілька спроб, поки фактично висіяна доза насіння пшениці озимої не буде відхилятися від теоретичного значення більш ніж на 5%.
6. Експериментальними дослідженнями встановлено, що за першого зважування висіяного за n обертів катушки насіння пшениці озимої для ротора №170 відхилення становить 9,35%, що вимагає корекції 0,040кг насіння. Аналогічно для ротора №250 відхилення становить 8,62%, що вимагає корекції 0,035кг насіння.
7. Експериментами встановлено, що після корегування норми висіву для ротора №170 відхилення становить всього 2,66%, а для ротора №250 відхи-

лення становить 3,74%, що є в межах допустимих значень і корекцію можна не здійснювати.

8. На робочому місці під час технічного обслуговування посівному агрегату за наявності проаналізованих недоліків з охорони праці, які відображені у базових подіях на 100 місць, можна очікувати 9,0 травм.
9. Проведені розрахунки підтверджують ефективність використання сівалки Horsch Pronto 6DC, агрегатованої з трактором John Deere 7310R в порівнянні з МТА в складі трактора КИЙ 14820 та сівалки ASTRA-6.
10. Виконані розрахунки показують те, що річний економічний ефект від використання посівного агрегату John Deere 7310R+ Horsch Pronto 6DC становить 9769,69грн., а у випадку використання його за весь термін експлуатації – 35526,14грн.
11. Використання посівного комплексу у складі трактора John Deere 7310R та сівалки Horsch Pronto 6DC дозволить зменшити на одиницю напруцювання затрат праці – на 52,94%, прямих затрат – на 3,46%;зведених затрат – на 2,46%.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські машини: підручник. Київ: Агроосвіта, 2015. 679 с.
2. Войтюк Д.Г., В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / за ред. Д.Г. Войтюка. Київ: Вища освіта, 2005. 464 с.
3. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник. Київ. Вища освіта, 2004. 544 с.
4. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Сторожук В.М. та ін. Практикум з охорони праці: навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 352 с.
5. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин (у трьох томах). Харків: ОКО, 2001 (4).
6. Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанець І.Ф. та ін. Основи охорони праці. Київ. Основа, 2000. 416 с.
7. Озима пшениця: завчасно готуємо насіння до сівби. URL: <https://agronomy.com.ua/statti/ozymi-kultury/610-ozyma-pshenytsia-zavchasno-hotuiemo-nasinnia-do-sivby.html> (дата звернення: 22.09.2025).
8. Офіційний сайт компанії HORSCH. URL: <https://www.horsch.com/ua/produkti/> (дата звернення: 18.04.2025).
9. Павловський В.М., Нагірний Ю.П., Мельник І.І. Проектування технологічних систем рослинництва. Навчальний посібник. Тернопіль. «Збруч», 2003. 256с.
10. Павловський М.А. Теоретична механіка: Підручник. -2-ге вид., стереотип. Київ. Техніка, 2004. 512 с: іл.
11. Петриченко В., Лихочвор В.В. Рослинництво. Львів; НВФ Українські технології» 2014. С. 326.
12. Пістун І.П., Тимочко В.О., Городецький І.М., Березовецький А.П. Охорона праці (гігієна та виробнича санітарія). Львів: Тріада плюс, 2015. 224 с.

13. Рибарук В.Я., Ріпка І.І. Сільськогосподарські машини: Практикум з розрахунку і досліджень робочих процесів. Львів: ЛДАУ. 1998. 264 с.
14. Ріпка І.І., Семен Я.В., Крупич О.М., Бендера І.М., Рудь А.В. Основи механізації сільськогосподарського виробництва: Навч. посібник. Львів: ЛНАУ, 2013. 224 с.;
15. Рудь А.В., Бендера І.М., Войтюк Д.Г., Кравченко С.М., Мошенко І.О., Червінський Л. С., Панченко А.І., Семен Я.В., Іщенко В.В. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підр. У 2 т.: Т1. Київ. Агроосвіта, 2012. 584 с.; іл.
16. Рудь А.В., Бендера І.М., Войтюк Д.Г., Кравченко С.М., Мошенко І.О., Червінський Л. С., Панченко А.І., Семен Я.В., Іщенко В.В. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підр. У 2 т.: Т2. Київ. Агроосвіта, 2012. 432 с.; іл.
17. Сидорчук О.В. Інженерний менеджмент в АПК. Львів: Львів. держ. агр. ун-т, 2005. 87с.
18. Сосновська О.О., Ярошенко П.П., Іванюта М.В. Техніко-економічне обґрунтування господарських рішень у рослинництві. Навчальний посібник. Київ. Центр навчальної літератури. 2006. 384 с.
19. Сівалка ASTRA-6 URL: <https://elvorti.com/catalog/seyalka/astra-5-4-standart.html> (дата звернення: 26.10.2025).
20. Сівалка PRONTO SW. URL: <https://www.horsch.com/ua/produkty/posivna-tekhnika/diskovi-posivni-kompleksi/pronto-sw> (дата звернення: 16.05.2025).
21. Трактор КИЙ 14820. URL: <https://traktor-trade.com.ua/traktora/traktor-kij-14820/> (дата звернення: 26.10.2025).
22. Трактор John Deere 7310R. URL: <https://www.deere.com/en/tractors> (дата звернення: 27.10.2025).
23. Хайліс Г.А., Коновалюк Д.М. Основи проектування і дослідження сільськогосподарських машин: Навчальний посібник. Київ: НМК ВО, 1992. 320с.