

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

**Допущено до захисту**

“ ” \_\_\_\_\_ 2025 p.

Зав. кафедри, д.т.н., професор

\_\_\_\_\_ Дідур В.В.

## Кваліфікаційна робота (дипломна робота)

другий (магістерський)

(освітній рівень)

на тему **«ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ  
ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ»**

Виконав: студент 2 курсу,

групи 21м-ім

Спеціальність 208

«Агроінженерія»

Володимир ФОРОСТЯНИЙ

(прізвище та ініціали)

Керівник Андрій ВОЙТІК

(прізвище та ініціали)

Рецензент Катерина КАЛАЙДА

(прізвище та ініціали)

Умань – 2025

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Освітній рівень \_\_\_\_\_ магістр \_\_\_\_\_  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 208 «Агроінженерія» \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувача кафедри**  
\_\_\_\_\_ **Дідур В.В.**  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ **2025 р.**

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

\_\_\_\_\_ **Форостяному Володимиру Миколайовичу** \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження техніко-технологічних параметрів вирощування озимої пшениці»

керівник роботи \_\_\_\_\_ **Войтік А.В., к.т.н., доцент** \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

**“ 12 ” січня 2017 р. № 01-06/3**

2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_ **20.11.2025 р.**

3. Вихідні дані до роботи: звіти про виробничу діяльність господарства; виробничий процес – вирощування озимої пшениці; технології вирощування озимої пшениці: інтенсивна, Mini-till, No-till, Strip-till.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): коротка характеристика господарства і аналіз господарської діяльності; технології вирощування озимої пшениці; енергетична оцінка механізованих робіт за різних технологій вирощування озимої пшениці; багатокритеріальний аналіз технологій вирощування озимої пшениці; питання охорони і безпеки праці; економічне обґрунтування роботи.

5. Перелік графічного матеріалу: підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 20 слайдів) як додаток до доповіді за темою магістерської роботи.

## 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ        | Прізвище, ініціали<br>та посада<br>консультанта | Підпис, дата      |                     |
|---------------|-------------------------------------------------|-------------------|---------------------|
|               |                                                 | завдання<br>видав | завдання<br>прийняв |
| Охорона праці | Прокопенко Е.В.,<br>доцент                      |                   |                     |

7. Дата видачі завдання 04 квітня 2025 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| №<br>з/п | Назва етапів<br>магістерської роботи                                                             | Строк<br>виконання<br>етапів роботи | При-<br>мітка |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| 1.       | Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу                                        | 02.05.2025 р.                       |               |
| 2.       | Розділ 1. Стан питання та задачі досліджень                                                      | 02.06.2025 р.                       |               |
| 3.       | Розділ 2. Енергетична оцінка механізованих робіт за різних технологій вирощування озимої пшениці | 02.09.2025 р.                       |               |
| 4.       | Розділ 3. Багатокритеріальна оцінка механізованих технологій вирощування озимої пшениці          | 29.09.2025 р.                       |               |
| 5.       | Розділ 4. Охорона праці                                                                          | 15.10.2025 р.                       |               |
| 6.       | Розділ 5. Економічне обґрунтування виробництва озимої пшениці                                    | 30.10.2025 р.                       |               |
| 7.       | Виконання графічної частини роботи                                                               | 17.11.2025 р.                       |               |
| 8.       | Представлення роботи керівнику на перевірку                                                      | 20.11.2025 р.                       |               |

Студент \_\_\_\_\_  
( підпис )

Володимир ФОРОСТЯНИЙ  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
( підпис )

Андрій ВОЙТІК  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Форостяний В.М. Дослідження техніко-технологічних параметрів вирощування озимої пшениці (Магістерська робота. Умань, Уманський національний університет, 2025. – 51 с).

Об'єкт дослідження – механізований технологічний процес виробництва озимої пшениці.

Мета роботи – дослідження технології та набору машин і раціональне їх використання при вирощуванні озимої пшениці.

В роботі написано вступ, де висвітлено актуальність досліджень. В першому розділі наведено загальні відомості про с.-г. підприємство, огляд технологій і технічних засобів для вирощування озимої пшениці з теми та сформульовано задачі досліджень.

В другому розділі виконано енергетичну оцінку механізованих робіт за різних технологій вирощування озимої пшениці, а саме: розраховано коефіцієнт енергетичної ефективності, енергетичну ціну умовного еталонного гектара, щільність механізованих робіт, енергетичну ціну с.-г. продукції, зроблено екологічну оцінку технології виробництва озимої пшениці за ущільненням ґрунту.

В третьому розділі викладена методика та результати системного багатокритеріального аналізу технологій вирощування озимої пшениці для умов даного господарства методом відстані до цілі.

Також, запропоновані заходи з охорони праці в господарстві, та при вирощуванні озимої пшениці. Розраховано основні економічні показники запропонованих технологій вирощування озимої пшениці.

Зроблено загальні висновки, складено список використаної літератури, оформлено додатки.

Ключові слова: вирощування озимої пшениці, інтенсивна технологія, Mini-till, Strip-till, No-till, енергетична оцінка, метод відстані до цілі.

## ЗМІСТ

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                               | 5  |
| РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ.....                                                           | 7  |
| 1.1 Умови та особливості вирощування озимої пшениці .....                                                | 7  |
| 1.2 Характеристика технологій вирощування озимої пшениці, їх<br>переваги та особливості .....            | 10 |
| РОЗДІЛ 2 ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ЗА<br>РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ..... | 27 |
| РОЗДІЛ 3 БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОЦІНКА МЕХАНІЗОВАНИХ<br>ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ.....           | 35 |
| РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ .....                                                                             | 39 |
| РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА ОЗИМОЇ<br>ПШЕНИЦІ .....                                    | 44 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....                                                                                   | 49 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....                                                                          | 50 |

## ВСТУП

Для вирощування озимої пшениці в Україні ключовим завданням є підвищення ефективності використання енергоносіїв. Раніше оцінка технологій землеробства базувалася переважно на економічних показниках (приведені затрати, рентабельність) і трудозатратах, але сьогодні цього недостатньо через високу нестабільність цін і вплив політики ціноутворення. Тому сучасна оцінка технологічних процесів і машинних комплексів для вирощування озимої пшениці повинна включати аналіз енергетичних витрат на виробництво тонни зерна. Такий підхід дозволяє порівнювати діючі й нові технології з позицій енергоефективності та довгострокової стійкості виробництва.

Галузь виробництва зернових, у т.ч. озимої пшениці, є найбільш механізованою у сільському господарстві, але й тут існують значні резерви підвищення ефективності через впровадження раціональних технологій, нової техніки та покращення експлуатації машинно-тракторного парку. Для пшениці це означає оптимізацію комплексу машин на всіх етапах — підготовка ґрунту, посів, догляд (підживлення, захист), збирання та післязбиральна обробка — з урахуванням енерговитрат і збереження якості зерна.

Основні напрямки підвищення механізації, автоматизації та енергоефективності при вирощуванні озимої пшениці:

- завершення повного машинного циклу для технологічних операцій у всіх кліматичних зонах вирощування пшениці;

- удосконалення конструкцій посівних комплексів, ґрунтообробних агрегатів і техніки для внесення ЗЗР/добрих з метою мінімізації механічних пошкоджень рослин і втрат вологи;

- підвищення надійності ґрунтообробної та посівної техніки для зменшення простоїв у періоди критичних агротехнічних строків (посівна осінь, догляд навесні, збирання вчасно);

підвищення ремонтної та експлуатаційної технологічності МТП: уніфікація вузлів, простота діагностики, швидке ТО і транспортування між полями;

впровадження автоматичних систем підтримки режимів (глибина обробітку, норми висіву, дози внесення) для зниження людських помилок і оптимізації витрат пального та матеріалів;

розробка і впровадження автоматизованих систем управління машинно-тракторним парком у господарстві з урахуванням енергоменеджменту.

Паралельно інтенсифікація вирощування озимої пшениці вимагає пошуку шляхів скорочення енергетичних і матеріальних витрат без шкоди для врожайності й якості зерна. Досягти цього можна через ефективне планування агротехнічних операцій, раціональне формування агрегатів і застосування енергоощадних режимів роботи, а також кооперацію господарств для оптимального використання сушильних і логістичних потужностей.

# РОЗДІЛІ

## СТАН ПИТАННЯ І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 1.1 Умови та особливості вирощування озимої пшениці

#### Кліматичні умови

Температура. Озима пшениця культивується в помірному кліматі й потребує помірних температур у періоди вегетації. Критичні періоди: фазу куціння—восени (необхідні помірні позитивні температури для утворення куціння перед настанням морозів) і ранню весну (активний ріст). Морозостійкість сортів має бути достатньою для регіону; критичні температури при незміцнілому рослині можуть призводити до підмерзання.

Опади і водний режим. Оптимальна кількість опадів для формування врожаю залежить від зони; важлива рівномірність їх розподілу, особливо у фазах куціння, колосіння та наливу зерна. Нестача вологи восени погіршує закладання куціння й обмежує зимостійкість.

Світловий режим і тривалість вегетації. Довжина світлового дня впливає на розвиток і переходи фаз; ранні посіви дають довший вегетаційний період для наростання вегетативної маси й кращої підготовки до зими.

#### Ґрунтові умови

Типи ґрунтів. Озима пшениця дає найкращі результати на родючих чорноземах і дерново-подзолистих ґрунтах із достатньою водоутримуючою здатністю. Легкі піщані та важкі глинисті ґрунти вимагають спеціальних заходів (регулювання вологості, структури, внесення органіки).

Родючість і кислотність. Оптимальний рН — близько 6,0–7,0. Дефіцит органічної речовини та елементів живлення (N, P, K, S, мікроелементи) обмежує продуктивність; необхідний агрохімічний аналіз ґрунту для точного дозування добрив.

Структура і аерація. Добра структура та пористість забезпечують кореневий

розвиток і водно-повітряний режим; мульчування та внесення органіки покращують агрономічні властивості.

#### Сорти та матеріал

Вибір сортів. Сорти повинні відповідати зоні вирощування за зимостійкістю, посухо- і морозостійкістю, стійкістю до хвороб і вилягання; важливі показники — потенціал врожайності, якість зерна (клас, білок), стійкість до осипання. Розумна диверсифікація сортів знижує ризики.

Насіннєвий матеріал. Якість насіння (сорткування, калібрування, нормативна схожість, енергія росту, вміст вологи, обробка протруйниками) визначає стартовий потенціал посіву.

#### Сівба: терміни, технологія та норми висіву

Терміни сівби. Оптимальні строки сівби озимої пшениці залежать від регіону і клімату: зазвичай — за 3–5 тижнів до настання стійких морозів, коли рослини встигають утворити 2–3 добре розвинених листки та сформувати кущіння. Ранні дуже глибокі посіви і занадто пізні посіви підвищують ризик підмерзання або недостатньої перезимівлі.

Глибина і норма висіву. Глибина сівби оптимальна 2–4 см на ґрунтах із достатньою вологістю; на сухих ґрунтах допускають глибше — 4–6 см. Норма висіву залежить від схожості, очікуваної загибелі рослин і цільової густоти: звичайно 3–5 млн живих зернин на гектар або 350–500 к.рослин/м<sup>2</sup> як цільова густина перед зимою.

Точність загортання і ущільнення посівного ложа. Рівномірність загортання, контакту насіння з ґрунтом та задовільна вологість у шарі посіву — ключові фактори для швидкої і дружної появи.

#### Підживлення та удобрення

Основа живлення. Осіннє внесення фосфорно-калійних добрив під передпосівну культивування підвищує укорінення і зимостійкість; азотні підживлення в осінній період застосовують обережно (частіше ранньою осінню у малих дозах) — надлишок азоту збільшує вегетацію і ризик вилягання.

Внесення навесні. Розподіл азоту по фазах: стартова доза навесні при

відновленні вегетації — для нарощування вегетації і формування кущіння; підживлення в період виходу в трубку/колосіння для формування продуктивних стебел та наливу зерна. Важливі сірка та мікроелементи (B, Mn, Zn), особливо за високопродуктивних технологій.

Органіка та зелені добрива. Внесення органічних добрив і сидератів покращує структуру ґрунту, живлення і довгострокову родючість.

#### Обробіток ґрунту та агротехнічні прийоми

Технологія обробітку. Система обробітку має бути адаптована до кліматичної зони, типу ґрунту і попередника: від традиційного (плуги) до мінімального або нульового обробітку з використанням сеялок прямих посівів. Головне — створити оптимальне посівне ложе, контролювати бур'яни і не втрачати вологи.

Сівозміни. Ротація із бобовими, технічними та покривними культурами знижує накопичення шкідників і хвороб, покращує баланс елементів живлення; важлива уникати частих повернень пшениці на ті ж площі.

Попередники. Кращі попередники — зернобобові, кукурудза (за умов доброго обробітку), багаторічні трави; попередники з великими залишками (наприклад, кукурудза) вимагають спеціальної підготовки й інтегрованого розкладання решток.

#### Захист рослин (фітосанітарія)

Хвороби. Основні хвороби: борошниста роса, септоріоз, бурі листкові плями, кореневі гнилі (особливо за загущених посівів і вологих умов). Системи захисту включають вирощування стійких сортів, сівозміни, регульовані обробки фунгіцидами за прогнозами економічного порогу шкідливості.

Шкідники. Злакові пильщики, хлібні пильщики, дротяники, попелиці та інші — контроль шляхом протруювання насіння, агротехніки, використання інсектицидів при потребі та біологічних методів.

Бур'яни. Інтегрована система: передпосівна підготовка, своєчасні гербіцидні обробки та механічні заходи; важливі стійкі до гербіцидів системи для точкових стратегій.

## Підготовка до зими та зимостійкість

Формування кущіння та запаси вуглеводів. Ранні достатні кущіння та запас кореневої маси визначають перезимівлю. Обмежений ріст після сходів (за рахунок короткої осені або високих добових температур) знижує зимостійкість.

Сніговий покрив і відтінки. Сніг забезпечує термічну ізоляцію і волого-запас; відсутність снігу або крижаний наст підвищують ризик вимерзання та вимерзання від вітру.

Захист від вимерзання і вилягання. Регулювання густоти посівів, оптимальне підживлення і вибір стійких сортів.

## Іригація та водний менеджмент

Необхідність зрошення. У зонах із дефіцитом вологи — раннє зрошення після сівби або наприкінці осені для кращого укорінення, навесні — для відновлення вегетації та під час наливу зерна. Ефективні технології зрошення (крапельне, дощування) підвищують водокористування.

Управління вологістю. Мінімізація випаровування через мульчування, збереження пожнивних решток та адаптований обробіток ґрунту.

## Збирання, післязбиральна обробка та якість зерна

Терміни збирання. Збирання при оптимальній вологості зерна (залежно від призначення) запобігає осипанню та втратам. Для озимої пшениці це зазвичай 14–20% вологості для комбінованого збору з подальшим сушінням.

Техніка збирання. Комбайни з відповідними налаштуваннями молотильного апарату мінімізують ушкодження зерна і втрати; важлива синхронізація логістики (транспорт, сушіння, сховища).

Зберігання і якість. Своєчасна сушка, очищення і контроль вологості, температури та шкідників у сховищах зберігають якість і експортувальні властивості зерна.

## Економічні й екологічні аспекти

Інтенсифікація vs. сталий підхід. Підвищення врожайності має поєднуватися з оптимізацією внесення добрив і захисту рослин, раціональним використанням техніки та ресурсів для зниження негативного впливу на довкілля.

Відновлення родючості. Використання органіки, сидератів і мінімальний обробіток сприяють акумуляції органічного вуглецю в ґрунті та покращенню довгострокової продуктивності.

Успішне вирощування озимої пшениці вимагає комплексного підходу, що поєднує вибір адаптованих сортів, точні терміни сівби, оптимальний обробіток ґрунту, збалансоване удобрення, інтегровану захист рослин, управління водними ресурсами та якісну логістику під час збирання. Науково обґрунтоване поєднання агрономічних і технологічних заходів дозволяє підвищувати врожайність і якість зерна при мінімізації витрат і ризиків.

## **1.2 Характеристика технологій вирощування озимої пшениці, їх переваги та особливості**

Основні технології вирощування сільськогосподарських культур

1. Традиційна (консервативна) технологія
  - Повний обробіток ґрунту (плуг), класичні посівні й доглядові операції, стандартні норми добрив і ЗЗР.
2. Інтенсивна технологія
  - Максимальна продуктивність за рахунок оптимізації строків, підвищених норм добрив, захисту рослин, високопродуктивної техніки й точного агроменеджменту.
3. Консерваційні системи (conservation agriculture)
  - Збереження ґрунту і вологи, мінімум обробітку, постійне покриття ґрунту пожнивними рештками, сівозміна. Включає no-till, strip-till, mini-till.
4. No-till (прямий посів)

- Посів без розпушення ґрунту; збереження мульчі на поверхні, локальне внесення добрив.

#### 5. Mini-till / Reduced tillage

- Мілкий поверхневий обробіток, комбінований із якісним подрібненням решток; компроміс між обробітком і no-till.

#### 6. Strip-till (смуговий обробіток)

- Локальний глибокий обробіток і внесення добрив у смугі під рядок; поєднує переваги no-till і класичного обробітку.

#### 7. Органічне землеробство

- Виключення синтетичних пестицидів і мінеральних добрив, використання органіки, сидератів, біологічних методів захисту.

#### 8. Точне землеробство (precision farming)

- Диференційоване внесення добрив/ЗЗР/насіння за картами або даними датчиків, GPS/RTK, телеметрія й аналітика для оптимізації ресурсів.

#### 9. Інтенсивні захищені технології (теплиці, гідропоніка, вертикальне землеробство)

- Контроль клімату та живлення, висока продуктивність на одиницю площі, використовують для овочів, садів, спеціальних культур.

#### 10. Агроекологічні та агролісомеліоративні підходи

- Поєднання с/г з деревами, багатокультурні системи, покривні культури для підвищення стійкості та біорізноманіття.

Від чого залежить вибір технології

- Ґрунтово-кліматичні умови: тип ґрунту, рН, вододоступність, тривалість вегетації, кліматична зона.

- Вид і біологічні особливості культури: потреба в вологі, чутливість до ущільнення, коренева система, реакція на строки сівби.
- Попередник і сівозміна: залишки після попередника, ризики хвороб/шкідників, внесення пожнивних решток.
- Наявність техніки і її відповідність технології: потужність тракторів, спеціалізовані сівалки, обприскувачі, мульчувачі.
- Економічні фактори: вартість пального, добрив, ЗЗР, ринкові ціни на продукцію, капіталовкладення у техніку.
- Трудові ресурси та кваліфікація персоналу: доступність операторів, рівень їх підготовки.
- Екологічні вимоги та політика: обмеження на пестициди, субсидії, програми підтримки сталого землеробства.
- Водний ресурс і зрошення: наявність/відсутність зрошення визначає інтенсивність технологій.
- Ризики хвороб і шкідників: ураження ґрунтовими патогенами або шкідниками може диктувати зміну технології.
- Ціль виробництва і ринок: якість продукції (органічна, експортна), часові рамки постачання, рентабельність.
- Довгострокові цілі господарства: збереження родючості ґрунту, зниження енерговитрат, підвищення стійкості.

Коротко: вибір технології — компроміс між агрономічними вимогами культури, ресурсами господарства, економічною доцільністю та екологічними/соціальними обмеженнями.

### *1.2.1 Інтенсивна технологія вирощування озимої пшениці.*

#### Передпосівна підготовка поля

Очищення від пожнивних решток і мульчування: мульчувач/роторний подрібнювач (навісний/причіпний) або подрібнювач на комбайні; за великої маси решток — часткове загортання культиватором.

Базовий аналіз ґрунту: відбір проб мобільним набором; план добрив на підставі результатів.

#### Первинний обробіток ґрунту (за потребою)

Плуг оборотний або безопераційний (глибина 20–25 см) для знищення бур'янів і підготовки родючого шару; для мінімального обробітку — дискові борони/кулачкові вирівнювачі (диск-агрегат 4–6 м). Рекомендована техніка: трактор 150–300 к.с. + плуг 4–6 корпусний або дискова борона 6–9 м.

#### Передпосівна культивація та вирівнювання

Культиватор/комбінований агрегат (глибина 6–10 см) для дроблення грудок, вирівнювання й змішування передпосівних добрив; коток/валок (дисковий або кільчасто-зубчастий) для прикочування й ущільнення. Машини: комбінований культиватор 4–6 м + коток 3–6 м.

#### Внесення основних (фосфорно-калійних) добрив

Передпосівне внесення розкидачем твердої гранули (навісний/причіпний розкидач) або локально при сівбі (сівалка з бункером для добрив). Норми (орієнтовно, залежно від агрохіманалізу):  $P_2O_5$  60–120 кг/га,  $K_2O$  60–120 кг/га.

#### Обробіток перед сівбою (стартові операції)

Якщо потрібне — диск-культивація на мілку глибину 4–6 см, вирівнювач. Техніка: дисковий культиватор/плуг-лістований агрегат.

#### Сівба (основна операція)

Сівалка точного висіву (зернова сівалка або сівалка прямого посіву) з дозованим внесенням мінеральних добрив: посівна норма 4–5 млн схожих зернин/га (передзимова густота 350–500 рослин/м<sup>2</sup> залежно від зони), глибина 2–4 см (на вологих ґрунтах 2–3 см, на сухих 3–5 см). Рекомендовані агрегати: пневматична сівалка (наприклад точного висіву 6–12 м) та трактор 150–250 к.с.

Висів у смугу або суцільний посів — залежить від системи: при прямому посіві використовують спеціальні сівалки зі стрічковим висівом.

Осіннє мікродобриво/стартер (за потреби)

Локальне підживлення азотом у малих дозах (20–30 кг/га N) при слабкому вегетативному старті, вноситься під час сівби із сівалки або розкидачем.

Зимовий догляд/підготовка до зими

За потреби прикочування, контроль ущільнення та захист від ерозії; облік прогнозу погоди.

Весняні операції (відновлення вегетації)

Контроль та допідживлення: раннє весняне підживлення азотом — стартова доза 40–60 кг/га N (амонійні або карбамідні форми, частина в листковому підживленні). Машини: розкидач рідких/твердих добрив або система для внесення РКД.

Механічна/мульчувальна обробка у випадку бур'янів: локальні культиватори, міжрядні культиватори (для ширших міжрядь).

Комплекс захисту рослин (Інтегрована система)

Протруювання насіння: обов'язкове (автоматичні обробні лінії або посівні сидіння з протруювачем).

Гербіциди: осн. обробка ґрунті та післясходові — штангові обприскувачі (навісні/причіпні) або самохідні оприскувачі — норми й строки за результатами моніторингу.

Фунгіциди/інсектициди: штангові або самохідні розпилювачі, застосування за прогнозом шпильок і порогів шкідливості. Розпилювачі з GPS-контролем і секторним відключенням для економії.

Друге підживлення та регулятори росту

Підживлення азотом у фазу виходу в трубку і перед колосінням: загальна весняна сума N 100–160 кг/га (поділ на 2–3 внесення). Машини: розкидач добрив, внесення рідких добрив через штангу/системи внесення у дію крапельного/внесення по листку.

При високому ризику вилягання — застосування регуляторів росту

(обприскувачі).

Іригація (де потрібно)

При дефіциті вологи — зрошення у критичні фази: кущіння, вихід в трубку, налив зерна. Техніка: дощувальні машини чи централізовані системи (мобільні/повертаючі дощувальні машини).

Передзбиральна підготовка

Попередня оцінка вологості зерна; десикація або регулювання вологісного режиму за потреби (за призначенням зерна). Обробка проти гризунів при необхідності.

Збирання врожаю

Комбайн зерноуборочний (шнековий/роторний) з налаштуванням під пшеницю (швидкість подачі, налаштування молотилки, сепарації). Ширина жатки 6–12 м залежно від агрегата; трактор-причіп/самоперекидач або шнековий елеватор для вивантаження. Оптимальна вологість зерна при комбайнуванні 14–18% (для сушіння).

Рекомендовані машини: роторний комбайн класу 6–12 м, самохідний або причіпний при потребі, зерновий бункер-причіп для транспортування.

Післязбиральна обробка та транспортування

Сушка: ротаційна або шахтна сушарка з контролем температури; очищення й сушіння до заданої вологості. Машини: мобільні сушарки, очищувачі зерна, вентилятори.

Транспортування: зерновози, причеми, елеваторні ланцюгові системи.

Технічне обслуговування та енергетичний менеджмент

Планове ТО МТП перед і після сезону: перевірка підшипників, мастильних систем, робочих органів; балансування жаток і роторів; діагностика вібрації та температури.

Оптимізація агрегатів: формування оптимального МТА (трактор + сівалка/культиватор/комбайн) з урахуванням потужності та коефіцієнта використання; використання GPS/агросупутника для зниження перекриттів і енергозатрат.

Орієнтовні норми добрив (при середньому рівні родючості)

Азот (N): загалом 120–180 кг/га (залежно від потенціалу сорту і очікуваної врожайності) — частіше 30–40% восени (за потреби), решта навесні у 2–3 підживлення;

Фосфор (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>): 60–120 кг/га;

Калій (K<sub>2</sub>O): 60–120 кг/га;  
(точні норми — за агрохімічними показниками ґрунту).

Автоматизація та точне землеробство

Використання GPS/RTK систем для паралельного водіння, карт внесення добрив, варіативних норм висіву; телеметрія для контролю палива, навантажень і діагностики; секційний контроль обприскувачів і розкидачів.

Висновок

Інтенсивна технологія озимої пшениці — це чітко регламентований комплекс операцій від підготовки ґрунту до післязбиральної обробки, виконаний з використанням високопродуктивних, надійних машинно-тракторних агрегатів і систем точного землеробства. Дотримання оптимальних строків, норм внесення добрив, режимів захисту та регулярного ТО забезпечує максимальну продуктивність і економічну ефективність при контрольованих енерговитратах.

### *1.2.2 Технологія вирощування озимої пшениці Mini-till і no-till.*

Інтенсивні технології вирощування озимої пшениці для систем mini-till і no-till (конкретні операції та машинні агрегати)

Загальні зауваги до обох систем

Мета: мінімізувати обробіток ґрунту, зберегти вологу та органіку, знизити енерговитрати й ерозію при збереженні або підвищенні врожайності.

Підготовка: агрохімічний аналіз ґрунту, оцінка залишків попередника (особливо після кукурудзи), корекція вапнування й органічних добрив, вибір адаптованих сортів.

Ключова умова: якісна техніка для роботи в умовах пожнивних решток і точне управління внесенням добрив/ЗЗР.

А. Інтенсивна технологія mini-till (мінімальний поверхневий обробіток)

Підготовка поля після попередника

Операція: поверхнєве подрібнення пожнивних решток, вирівнювання.

Машини: роторний мульчувач/подрібнювач (навісний/причіпний) або дисковий подрібнювач 4–6 м, легкий чизель/міні-культиватор для розпушення верхнього шару (глибина 5–10 см).

Осінній обробіток (1 операція)

Операція: мілкий культиваційний обробіток 6–10 см з одночасним внесенням фосфорно-калійних добрив.

Машини: комбінований культиватор (4–6 м) або дискові борони з бункером для добрив; коткування кільчасто-зубчастим валком.

Внесення основних добрив

Операція: локальне внесення Р, К при культивації або під час сівби.

Машини: навісний/причіпний розкидач або сівалка з дозаторами добрив.

Сівба (ключова операція)

Операція: сівба пневматичною сівалкою (точного висіву) або сівалкою прямого/міні-тилевого посіву з одночасним внесенням стартових добрив у рядок. Глибина 2–4 см. Норма висіву 4–5 млн схожих зернин/га (цільова передзимова густина 350–450 росл./м<sup>2</sup>).

Машини: пневматична сівалка точного висіву 6–12 м з секцією для добрив, трактор 120–250 к.с.

Осіннє підживлення (при потребі)

Операція: локальне малодозове внесення N (20–30 кг/га) при слабкому старті. Машини: сівалка з бункером для добрив або внесення рідких добрив через штангу.

Весняні операції

Операція: контроль бур'янів (ранні післясходові гербіциди) і два підживлення N (старт 40–60 кг/га; під час виходу в трубку/перед колосінням — 40–80 кг/га).

Машини: штангові причіпні/навісні обприскувачі (6–24 м) або самохідні;

розкидачі рідких/твердих добрив.

Механічні втручання (при необхідності)

Операція: локальні міжрядні культивації або підрізання бур'янів (малі культиватори) — тільки якщо технологія передбачає міжряддя.

Захист рослин та регулятори

Операція: інтегрована система захисту з моніторингом; обробки фунгіцидами, інсектицидами за порогоми. Машини: обприскувачі з GPS та секційним контролем.

Підготовка до збирання і збирання

Операція: при великій кількості пожнивних решток — десикація; комбайн з налаштуванням на мінімальні втрати.

Машини: роторний/шнековий комбайн 6–12 м; пристосування для роботи в умовах мульчі (відводи, системи розчищення входу).

Післязбиральні операції

Операція: можливе поверхневе прикочування або легке мульчування для збереження пожнивних решток.

Особливості та рекомендації mini-till

Переваги: збереження вологи, зниження ерозії, помірне енергоспоживання, швидка підготовка до сівби.

Недоліки: потреба в якісному подрібненні решток, ризик холодного висіву на важких ґрунтах, підвищений тиск шкідників/хвороб у разі поганої сівозміни.

Критичні технічні вимоги: точна сівалка з потужним ріжучим сошником, система внесення рядкових добрив, надійні агрегати для роботи в сміттєвому покриві.

В. Інтенсивна технологія no-till (прямий посів без обробітку)

Підготовка поля після попередника (без обробітку)

Операція: подрібнення/розпилювання пожнивних решток тільки при потребі (мульчувач), але без порушення ґрунтового профілю.

Машини: роторний подрібнювач/мульчувач (опціонально), фронтальний подрібнювач на комбайні.

Попередня діагностика і корекція поживних решток

Операція: управління кількістю і рівномірністю поживних решток (локальні смуги, розподіл) для забезпечення прохідності сівалки.

Внесення добрив (переважно локальне при сівбі)

Операція: роздільне внесення мінеральних добрив у рядок або в стрічку під час сівби; поверхнєве внесення органіки/компосту за межами рядка.

Машини: сівалка прямого посіву з секціями внесення добрив у рядок (strip-till комбінація як опція), анкерні сошники або дискові сошники з високою проходжуваністю.

Сівба (основна операція у no-till)

Операція: прямий посів спеціальною сівалкою, що прорізає смуги мульчі і забезпечує добрий контакт насіння з ґрунтом; глибина 2–4 см (залежно від вологості). Норма висіву 4–5 млн схожих зернин/га.

Машини: no-till сівалки (strip-till або дискові сівалки прямого посіву) 6–12 м; трактор 150–300 к.с. з високим тяговим зусиллям для роботи в умовах сміття.

Обробіток ґрунту у смузі лише при потребі (strip-till опція)

Операція: локальний розпушувач стрічки 8–15 см, одночасно внесення добрив у стрічку для оптимального старту.

Машини: strip-till агрегат комбінований із сівалкою або окремий стрічковий обробник.

Осінні й весняні підживлення

Операція: стартове підживлення у рядок; весняні — рідкі або твердоприштатні внесення з поділом доз.

Машини: сівалка з бункером під добрива, причіпні/навісні розкидачі і системи для внесення рідких добрив.

Захист рослин у no-till

Операція: ретельний моніторинг, системні гербіциди (боротьба з багаторічними бур'янами), фунгіциди та інсектициди за потреби.

Машини: обприскувачі високопрохідні або самохідні з системами точного внесення; обробні комплекси для внесення ґрунтових гербіцидів перед сівбою (у

випадках strip-till).

Іригація та водний менеджмент

Операція: управління вологою через зрошення або мульчування; в no-till краще зберігається поверхнева волога.

Збирання та післязбиральні роботи

Операція: комбайн з налаштуванням під роботу в умовах мульчі; забезпечення логістики.

Машини: сучасні комбайни з системами розчистки входу; обладнання для перевезення і сушіння зерна.

Особливості та рекомендації no-till

Переваги: максимальне збереження структури ґрунту, вища вологозберезувальна здатність, зменшені енергозатрати та ерозія.

Недоліки: складність сівби при великій кількості пожнивних решток (особливо після кукурудзи), потреба в високопродуктивних спеціалізованих сівалках та потужних тракторах, підвищений ризик шкідників/хвороб без правильної сівозміни.

Критичні технічні вимоги: robust no-till сошники/дискові секції, система точного внесення добрив у рядок, потужний трактор із високим зчепленням, регулярне технічне обслуговування сівалок для запобігання забиванню.

Специфічні технічні рекомендації для обох технологій

Сівалки: пріоритет — пневматичні системи точного висіву з активними сошниками, здатні працювати в умовах сміття; можливість внесення стартових добрив у рядок.

Мульчування/подрібнення: роторні мульчувачі або комбайнові подрібнювачі з високою пропускнуою здатністю; здатність рівномірно розподіляти рештки.

Трактори: для mini-till — 120–250 к.с.; для no-till (особливо після кукурудзи) — 180–350 к.с. з переднім навантаженням і системою контролю тяги.

Обприскувачі: GPS/RTK, секційне вимкнення, контролювання тиску й крапельного діапазону для економічного внесення ЗЗР.

Система управління: GPS-навігація, карти норм внесення, телеметрія, моніторинг навантажень і паливоспоживання.

Агрономічні та організаційні заходи

Сівозміна: обов'язкове планування для зниження накопичення хвороб і шкідників; включення бобових і покривних культур.

Насіння та протруйки: якісне насіння з обов'язковим протруюванням; додаткове листкове підживлення мікроелементами в разі дефіциту.

Моніторинг: регулярний агрономічний моніторинг стану посівів, ґрунтової вологості та шкідників; коригування операцій за даними.

ТО техніки: посилене ТО сівалок і сошників, швидке реагування на заклинювання та поломки в полі.

Mini-till і no-till — ефективні інтенсивні технології для озимої пшениці за умови застосування спеціалізованої техніки, точного внесення добрив і системного управління залишками попередників. Mini-till дає компроміс між традиційним обробітком і прямим посівом, забезпечуючи кращу підготовку посівного ложа; no-till максимізує збереження ґрунту і вологи, але вимагає більшої уваги до обладнання і сівозміни. Оба підходи дозволяють знизити енерговитрати та підвищити стійкість виробництва за умови правильної організації робіт і технічного забезпечення.

### *1.2.3 Технологія вирощування озимої пшениці Strip-till.*

У технології Strip-Till посів проводиться у вузьку розпушений смугу, при цьому важлива точність системи рульового управління. В іншому випадку укладання насіння може проводитись поруч із розпушеною смугою, в результаті чого польова схожість даного насіння буде невисокою.

Технологія смугового розпушування передбачає наявність трактора, оснащеного високоточною системою рульового управління. Тому одним з основних умов точного функціонування всієї системи стали трактори, обладнані системами рульового управління RTK-GPS.

Спостереження за тим, як розвиваються різні культури в рамках цієї

технології, показують, що Strip-Till містить в собі великий потенціал, і в багатьох господарствах з часом може стати основною технологією обробітку. Смуговий обробіток ґрунту може містити вирішення проблем, пов'язаних із сівозміною, таких як, наприклад, проростання падаличного ріпаку або розповсюдження лисохвосту польового. Цей метод може попереджувати проростання "заробленого" насіння при проведенні оранки, через деякий час в масовому масштабі.

Дана технологія придатна не для всіх типів ґрунтів. Основним обмежуючим фактором застосування даної технології, особливо комбінованої, є важкі або вологі на момент проведення посівних робіт ґрунти. Також важливе значення при впровадженні даних технологій має структура сівозміни.

Переваги Strip-Till технології порівняно із іншими технологіями обробітку ґрунту:

- 1) дозволяє підвищувати продуктивність (на 15-20%) та якість сільськогосподарських культур, при зменшенні кількості операцій і проходів техніки;
- 2) скорочення витрат на обслуговування техніки, за рахунок зменшення зносу робочих органів сільськогосподарських машин;
- 3) зменшення затрати робочого часу та паливо-мастильних матеріалів;
- 4) проведення в оптимальні строки основних весняно-польових робіт за рахунок наявності на поверхні ґрунту рослинних залишків та покращенні водно-фізичних властивостей ґрунтів;
- 5) підвищення ефективності протиерозійних заходів;
- 6) можливість одночасного із обробітком ґрунту та посівом внесення мінеральних та органічних добрив на різну глибину, завдяки цьому розкриваються нові перспективи застосування технологій точного землеробства – систем навігації та підрулюючих пристроїв;
- 7) збереження природної родючості ґрунтів за рахунок рослинних залишків;
- 8) покращення водного балансу ґрунту, за рахунок кращої інфільтрації води при одночасному захисті від випаровування за рахунок мульчі у вигляді

рослинних решток, крім того збереження капілярної сітки на необроблених міжряддях робить доступною ґрунтову вологу і паралельно скорочує її витрати на випаровування, що зменшує пересихання ґрунту;

9) покращення розкладання органічних решток у смузі за рахунок змішування рослинних решток із ґрунтом в якому містяться аеробні мікроорганізми;

10) покращення рівномірності загортання насіння та дотримання норми висіву за рахунок формування насіннєвого ложе та легкого проникнення у ґрунт сошника сівалки;

11) покращення розвитку та глибини проникнення кореневої системи (особливо стержневої) культурних рослин, за рахунок отримання добре розрихленого насіннєвого ложе;

12) регулювання температури ґрунту, тому що температура ґрунту це ще один важливий показник, який впливає на утворення твердих частинок та ущільнення.

До недоліків застосування смугового і нульового обробки ґрунту відноситься:

1) в умовах обмеженого комплексу агротехнічних заходів з обробітку ґрунту, знищення бур'янів може бути ускладнене. При цьому істотно збільшується навантаження на застосування гербіцидів;

2) відсутність можливості смугового обробітку ґрунту при появі ранніх заморозків;

3) обмежена ширина обробленої смуги вимагає точного дотримання посіву та внесення добрив в оброблену ділянку, тому вся техніка повинна бути обладнана системами GPS, автопілотами та пристроями паралельного водіння;

4) для застосування агрегатів в Strip-Till технологіях потрібно трактори із високим показником тягового класу. Так зокрема на рівнинній місцевості не досить потужний трактор може без проблем тягнути комбінований агрегат, однак, в місцевостях з невеликими або крутими схилами, трактору може не вистачити потужності.

5) при внесенні добрив важливу роль відіграють дозатори, датчики та індикатори, в системі Strip-Till потрібно набагато більше точності, тому що земля буде обробляти спеціалізованим обладнанням, працюючи в смузі шириною 20-25 см.

Технологія Strip-Till забезпечує дружні сходи, подібність та оптимальні умови для подальшого розвитку рослин. Передня лапа сівалки створює дренажний канал на глибину до 15 см, що забезпечує найкращі умови для розвитку кореневої системи, а також накопиченню вологи уникаючи накопиченню опадів на поверхні поля.

Для найбільш ефективної роботи по технології STRIP-TILL стерня за комбайном повинна бути подрібнена та не довшою чим 20 см для уникнення накопичення рослинних залишків на робочих органах сівалки.

Strip-Till поєднує переваги No-till та класичного обробітку ґрунту; цю технологію використовують здебільшого для просапних культур, але можна також застосовувати і для зернових у поєднанні з GPS-навігацією. За цією системою восени чи навесні обробляють звільнені від рослинних решток смуги за допомогою ножового знаряддя. Ширина смуги становить 15—25 см, або 1/3 ширини міжряддя. Глибина обробітку коливається в межах 10—25 см залежно від потужності трактора та бажаного розташування добрив. За наявності потужних тракторів та залежно від стану ґрунту глибину обробітку можна збільшити.

Технологія Strip-Till допомагає підтримувати запаси вологи в ґрунті. Збереження капілярної сітки на незайманих міжряддях робить доступною ґрунтову воду і попутно скорочує її витрата через зменшення розмірів розкриття ґрунту та зменшення його висихання. Стерня, що залишилася в міжряддях у вигляді мульчі також знижує випаровування вологи, підтримує сталість ґрунтової температури, перешкоджає водній та вітровій ерозії.

Завдяки спеціальній техніці, описувана технологія надає рослинам підкореневе підживлення мінеральними і органічними добривами.

Технологічні операції при вирощуванні озимої пшениці за технологією Strip-till.

За 8-11 днів до сівби вносять гербіциди суцільної дії.

При сівбі дотримуються рекомендованих норм висіву насіння для вирощуваних сортів. Мінеральні добрива вносять одночасно з сівбою.

Догляд за посівами включає внесення гербіцидів для знищення бур'янів. У випадках заселення посівів шкідниками використовують фунгіциди.

Збирання відбувається прямим комбайнуванням.

## РОЗДІЛ 2

### ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Енергетичну ефективність виробництва сільськогосподарських культур визначають енергетичною ціною врожаю - відношенням кількості енергії, яка міститься у вирощеній продукції, до кількості енергії, витраченої на формування врожаю. Таке співвідношення називають коефіцієнтом енергетичної ефективності  $K_{ee}$ , який підраховують за формулою:

$$K_{ee} = \frac{E_n}{E_3} \quad (2.1)$$

де  $E_n$  - кількість енергії, що міститься у вирощеній продукції, МДж/га;

$E_3$  - кількість енергії, витраченої на формування врожаю, МДж/га.

Енергоємність продукції ( $E_n$ , МДж/га) визначають як:

$$E_n = (Y_o - Y_{zo} - Y_{yo}) K_c \cdot \alpha_{no} + Y_n \cdot K_c \cdot \alpha_{nn} \quad (2.2)$$

де  $Y_o$ ,  $Y_n$  - урожай основної і незернової продукції, кг/га;

$Y_{zo}$ ,  $Y_{yo}$  - засміченість і усушка зерна, кг/га;  $Y_{zo} = 3\%$ ;  $Y_{yo} = 2\%$ ;

$K_c$  - коефіцієнт вмісту сухої речовини (с.р.) в зерні чи в не зерновій частині;

$\alpha_{no}$ ,  $\alpha_{nn}$  - енергетичний еквівалент одержаної основної і не зернової частини врожаю, МДж/кг с.р.

Розраховану енергоємність озимої пшениці вирощеної за інтенсивною технологією, технологіями Mini-till, No-till та Strip-till занесемо в таблицю:

Таблиця 2.1 Енергоємність озимої пшениці та коефіцієнт енергетичної ефективності

| Показник | Технологія |           |         |            |
|----------|------------|-----------|---------|------------|
|          | Інтенсивна | Mini-till | No-till | Strip-till |
| $E_i$    | 168774     | 114197    | 114197  | 159876     |
| $K_{ee}$ | 5,04       | 6,46      | 6,10    | 8,32       |

Коефіцієнт енергетичної ефективності характеризує загальну енергетичну ціну врожаю. Щоб виявити ціну окремих видів витрат енергії, розраховують енергетичну структуру витрат енергії на виробництво с.г. культури (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 Енергетична структура врожаю озимої пшениці за видами ресурсів

| Показник                     | Енергоємність технології |       |           |       |           |       |            |       |
|------------------------------|--------------------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|------------|-------|
|                              | Інтенсивна               |       | Mini-till |       | No-till   |       | Strip-till |       |
|                              | $E$ , МДж                | %     | $E$ , МДж | %     | $E$ , МДж | %     | $E$ , МДж  | %     |
| Механізми (машинні агрегати) | 686896                   | 10,26 | 45920     | 1,30  | 33914     | 0,91  | 35945      | 0,93  |
| Паливо                       | 4876                     | 0,07  | 2693      | 0,08  | 1963      | 0,05  | 2021       | 0,05  |
| Електроенергія               | 111                      | 0,00  | 111       | 0,00  | 111       | 0,00  | 111        | 0,00  |
| Добрива                      | 4636800                  | 69,23 | 2116800   | 59,89 | 1971900   | 52,62 | 2004870    | 52,13 |
| Насіння                      | 65807                    | 0,98  | 65807     | 1,86  | 2036      | 0,05  | 65807      | 1,71  |
| Затрати праці                | 518                      | 0,01  | 335       | 0,01  | 235       | 0,01  | 239        | 0,01  |
| Пестициди                    | 1302902                  | 19,45 | 1308642   | 37,02 | 1737027   | 46,36 | 1737027    | 45,16 |
| Разом                        | 6697910                  | 100%  | 3534568   | 100%  | 3747186   | 100%  | 3846020    | 100%  |

За даними табл. 2.2 аналізують структуру витрат енергії на формування врожаю і планують заходи щодо їх зниження. Аналогічно аналізують витрати енергії за функціональними ознаками (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 Енергетична структура врожаю с.-г. продукції за функціональними ознаками

| Функціональна<br>ознака | Енергоємність технології |       |                |       |                |       |                |       |
|-------------------------|--------------------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
|                         | Інтенсивна               |       | Mini-till      |       | No-till        |       | Strip-till     |       |
|                         | <i>E</i> , МДж           | %     | <i>E</i> , МДж | %     | <i>E</i> , МДж | %     | <i>E</i> , МДж | %     |
| Підготовка<br>грунту    | 13192                    | 0,20  | 9128           | 0,26  | 0              | 0     | 0              | 0     |
| Сівба                   | 67730                    | 1,01  | 67730          | 1,92  | 1975534        | 52,72 | 2074368        | 53,94 |
| Догляд                  | 2369048                  | 35,37 | 2369048        | 67,03 | 1743969        | 46,54 | 1743969        | 45,34 |
| Збирання                | 22189                    | 0,33  | 22189          | 0,63  | 22189          | 0,59  | 22189          | 0,58  |
| Транспортування         | 618811                   | 9,24  | 2653           | 0,08  | 3499           | 0,09  | 3499           | 0,09  |
| Інші роботи             | 3606939                  | 53,85 | 1063819        | 30,10 | 1995           | 0,05  | 1454           | 0,04  |
| Разом                   | 6697910                  | 100%  | 3534568        | 100%  | 3747186        | 100%  | 3846020        | 100%  |

Рівень екологічності технології виробництва сільськогосподарської продукції визначають за формулою:

$$K_{ек} = \frac{E_{ен}}{E_з} \quad (2.3)$$

де  $E_з$  - кількість енергії, витраченої на формування врожаю, МДж/га;

$E_{ен}$  - екологічно допустима межа енергонасиченості технологічного процесу виробництва сільськогосподарської культури за рік;  $E_{ен} = 15000$  МДж/га.

Розрахований рівень екологічності технології виробництва озимої пшениці вирощеної за інтенсивною технологією, технологіями Mini-till, No-till та Strip-till занесемо в таблицю:

Таблиця 2.4 Рівень екологічності технології озимої пшениці

| Показник | Технологія |           |         |            |
|----------|------------|-----------|---------|------------|
|          | Інтенсивна | Mini-till | No-till | Strip-till |
| $K_{ек}$ | 0,45       | 0,84      | 0,80    | 0,78       |

Енергетичну ціну умовного еталонного гектара (МДж/ум.ет.га) визначають за формулою:

$$E_{ум.ет.га} = \frac{E_3}{Q_{ум.ет.га}} \quad (2.4)$$

де  $E_3$  - кількість енергії, витраченої на формування врожаю, МДж;

$Q_{ум.ет.га}$  - обсяг робіт за рік на формування врожаю, ум.ет.га.

Розраховану енергетичну ціну умовного еталонного гектара озимої пшениці вирощеної за інтенсивною технологією, технологіями Mini-till, No-till та Strip-till занесемо в таблицю:

Таблиця 2.5 Енергетична ціна умовного еталонного гектара озимої пшениці

| Показник       | Технологія |           |         |            |
|----------------|------------|-----------|---------|------------|
|                | Інтенсивна | Mini-till | No-till | Strip-till |
| $E_{ум.ет.га}$ | 790,6      | 6596,8    | 17871   | 18880      |

Щільність механізованих робіт технологічного процесу вирощування с.-г. культур (ум.ет.га/га) визначають за формулою:

$$\Pi_{mp} = \frac{Q_{ум.ет.га}}{F} \quad (2.6)$$

де  $F$  - площа вирощування с.-г. культури.

Розраховану щільність механізованих робіт виробництва озимої пшениці вирощеної за інтенсивною технологією, технологіями Mini-till, No-till та Strip-till занесемо в таблицю:

Таблиця 2.6 Щільність механізованих робіт виробництва озимої пшениці

| Показник               | Технологія |           |         |            |
|------------------------|------------|-----------|---------|------------|
|                        | Інтенсивна | Mini-till | No-till | Strip-till |
| $E_{\text{сум.ет.га}}$ | 42,3       | 2,6       | 1,1     | 1,0        |

Під час проектування механізованого технологічного процесу вирощування с.-г. культур визначають щільність ґрунту.

Щільність ґрунту після збирання с.-г. культур складатиме:

$$\Pi_{\text{пз}} = \Pi_{\text{нк}} \cdot K_{\text{вщ}} + \Pi_o + \Delta\Pi_{\text{г}} \cdot T_{\text{пг}} \left( \frac{S_{\text{шг1}}}{S_{\text{зг1}}} + \frac{S_{\text{шг2}}}{S_{\text{зг2}}} + \dots + \frac{S_{\text{шгп}}}{S_{\text{згп}}} \right) + \Delta\Pi_{\text{к}} \cdot T_{\text{нк}} \left( \frac{S_{\text{шк1}}}{S_{\text{зк1}}} + \frac{S_{\text{шк2}}}{S_{\text{зк2}}} + \dots + \frac{S_{\text{шкп}}}{S_{\text{зкп}}} \right) \quad (2.7)$$

де  $\Pi_{\text{нк}}$  - щільність ґрунту після збирання попередньої с.-г. культури, г/см<sup>3</sup>; якщо цих даних немає, то приймається нормативне значення  $\Pi_{\text{нк}} = 1,5$  г/см<sup>3</sup>;

$K_{\text{вщ}}$  - коефіцієнт, який враховує відновлення щільності;  $K_{\text{вщ}} = 0,05-0,10$ ;

$\Pi_o$  - початкова щільність;  $\Pi_o = 1,08-1,11$  г/см<sup>3</sup>;

$\Delta\Pi_{\text{г}}, \Delta\Pi_{\text{к}}$  — темп зростання щільності для гусеничних 0,025 г/см<sup>3</sup> і колісних 0,03 г/см<sup>3</sup> машин відповідно;

$T_{\text{пг}}, T_{\text{нк}}$  - кількість проходів відповідно гусеничної і колісної машин від початку весняно-польових робіт до закінчення збирання;

$S_{\text{шг1}}, S_{\text{шг2}}, \dots, S_{\text{шгп}}$  — ширина ущільнення ґрунту при проході агрегату з гусеничною машиною, м;

$S_{\text{зг1}}, S_{\text{зг2}}, \dots, S_{\text{згп}}$  — ширина захвату агрегату з гусеничною машиною, м;

$S_{\text{шк1}}, S_{\text{шк2}}, \dots, S_{\text{шкп}}$  — ширина ущільнення ґрунту при проході агрегату з колісною машиною, м;

$S_{\text{зк1}}, S_{\text{зк2}}, \dots, S_{\text{зкп}}$  — ширина захвату агрегату з колісною машиною, м.

Коефіцієнт екологічності за ущільненням ґрунту визначають за формулою:

$$K_{\text{еи}} = \frac{\Pi_{\text{ен}}}{\Pi_{\text{пз}}} \quad (2.8)$$

де  $\Pi_{ен}$  - поріг ущільнення ґрунту;  $\Pi_{ен} = 1,5 \text{ г/см}^3$ ;

$\Pi_{пз}$  - щільність ґрунту після збирання с.-г. культури.

Розраховану щільність ґрунту та коефіцієнт екологічності за ущільненням ґрунту виробництва озимої пшениці вирощеної за інтенсивною технологією, технологіями Mini-till, No-till та Strip-till занесемо в таблицю:

Таблиця 2.7 Щільність ґрунту та коефіцієнт екологічності за ущільненням ґрунту виробництва озимої пшениці

| Показник   | Технологія |           |         |            |
|------------|------------|-----------|---------|------------|
|            | Інтенсивна | Mini-till | No-till | Strip-till |
| $\Pi_{пз}$ | 2,1        | 1,78      | 1,46    | 1,48       |
| $K_{ец}$   | 0,71       | 0,84      | 1,02    | 1,01       |

Енергетичну ціну с.-г. продукції (МДж/т) визначають за формулами:  
використання тільки зернової продукції:

$$E_{зм} = \frac{E_3}{U_3} \quad (2.9)$$

де  $E_3$  - кількість енергії, витраченої на формування врожаю, МДж;

$U_3$  - урожай зернової продукції з усієї площі, т.

Розраховану енергетичну ціну озимої пшениці вирощеної за інтенсивною технологією, технологіями Mini-till, No-till та Strip-till занесемо в таблицю:

Таблиця 2.8 Енергетична ціна озимої пшениці

| Показник | Технологія |           |         |            |
|----------|------------|-----------|---------|------------|
|          | Інтенсивна | Mini-till | No-till | Strip-till |
| $E_{зм}$ | 4465       | 2945      | 3122    | 2747       |

Таблиця 2.9 Енергетична і екологічна оцінка механізованого технологічного процесу вирощування озимої пшениці за різними технологіями на площі 200 га

| Показник                                         | Одиниця виміру    | Технологія |           |         |            |
|--------------------------------------------------|-------------------|------------|-----------|---------|------------|
|                                                  |                   | інтенсивна | Mini-till | No-till | Strip-till |
| Енергоемність продукції                          | МДж/га            | 168774     | 114197    | 114197  | 159876     |
| Витрачено енергії на формування врожаю           | МДж               | 6697910    | 3534568   | 3747186 | 3846020    |
|                                                  | МДж/га            | 33490      | 17673     | 18736   | 19227      |
| Коефіцієнт енергетичної ефективності             | –                 | 5,04       | 6,46      | 6,10    | 8,32       |
| Коефіцієнт екологічності за енергонасиченістю    | –                 | 0,45       | 0,84      | 0,80    | 0,78       |
| Енергетична цінність умовного еталонного гектара | МДж ум.ет.га      | 790,6      | 6596,8    | 17871   | 18880      |
| Щільність механізованих робіт                    | ум.ет.га га       | 42,3       | 2,6       | 1,1     | 1,0        |
| Ущільнення ґрунту після збирання                 | г/см <sup>3</sup> | 2,1        | 1,78      | 1,46    | 1,48       |
| Нормативне ущільнення ґрунту                     | г/см <sup>3</sup> | 1,5        | 1,5       | 1,5     | 1,5        |
| Коефіцієнт екологічності за ущільненням          | –                 | 0,71       | 0,84      | 1,02    | 1,01       |
| Енергетична цінність виробництва пшениці         | МДж/т             | 4465       | 2945      | 3122    | 2747       |

## Висновки

Таким чином, основне завдання енергетичного аналізу технології виробництва продукції, яке полягає у розрахунках витрат на кожній технологічній операції відповідно до довідникових енергетичних еквівалентів і об'ємів праці, а

також витрат енергії машин і матеріалів згідно з технологічною картою на виробництво сільськогосподарської продукції на 1 га виконано.

Розрахований склад машино-тракторного парку вирощування озимої пшениці за інтенсивною технологією та технологіями Mini-till, No-till та Strip-till. Загальні витрати енергії на формування врожаю склали 6697910 МДж, 3534568 МДж, 3747186 та 3846020 МДж відповідно.

Аналіз показників енергетичної та екологічної оцінки механізованих технологій показав, що коефіцієнт енергетичної ефективності буде більшим при технології вирощування озимої пшениці Strip-till порівняно з іншими технологіями (5,04, 6,46, 6,10, 8,32).

Отже, можна зробити наступний висновок, технологія Mini-till є найменш енергоємною.. Інтенсивна технологія є найбільш енергонасиченою та має найгірші показники по екологічному аналізу щодо ущільнення ґрунту.

### РОЗДІЛ 3

## БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОЦІНКА МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Проведені розрахунки енергетичних, екологічних та економічних показників, використання різних технологій при вирощуванні озимої пшениці показали, що технології мають певні переваги і недоліки. І щоб вибрати оптимальну технологію вирощування озимої пшениці необхідно порівняти їх, враховуючи всі аспекти використання: і енергетичні, і екологічні, і економічні.

Для порівняння технологій вирощування озимої пшениці виконаємо їх системний багатокритеріальний аналіз.

Для оцінювання альтернативних технологій вирощування озимої пшениці було використано такі критерії: затрати праці  $Z$ , люд.-год/га ( $K_1$ ); витрати енергії на формування врожаю  $E$ , МДж/га ( $K_2$ ); ущільнення ґрунту  $Ш$ , г/см<sup>3</sup> ( $K_3$ ); собівартість продукції  $C$ , грн/га ( $K_4$ ) та чистий прибуток  $\Pi$ , грн ( $K_5$ ). Бажано, щоб пошук кращих варіантів зводився до максимізації (або мінімізації) усіх критеріїв. Тому для оцінки чистого прибутку приймемо обернену величину.  $\Pi' = 1/\Pi$  (1/грн). Вихідна множина альтернативних варіантів технологій і відповідних критеріїв та їх значення наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Вихідна множина альтернативних варіантів технологій

| № | Технологія | Критерії                                            |                                                                            |                                                                 |                                                       |                                                    |
|---|------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|   |            | Витрати<br>праці $Z$ ,<br>люд.-год /га<br>( $K_1$ ) | Витрати<br>енергії на<br>формування<br>врожаю $E$ ,<br>МДж/га<br>( $K_2$ ) | Ущільнен<br>ня ґрунту<br>$\Pi$ , г/см <sup>3</sup><br>( $K_3$ ) | Собівартість<br>продукції $C$ ,<br>грн/т<br>( $K_4$ ) | Чистий<br>прибуток<br>$\Pi'$ , 1/грн.<br>( $K_5$ ) |
| 1 | Інтенсивна | 11,9                                                | 33490                                                                      | 2,1                                                             | 2615,20                                               | $3,35 \cdot 10^{-7}$                               |
| 2 | Mini-till  | 7,7                                                 | 17673                                                                      | 1,78                                                            | 2132,87                                               | $3,37 \cdot 10^{-7}$                               |
| 3 | No-till    | 5,1                                                 | 18736                                                                      | 1,46                                                            | 2466,98                                               | $3,90 \cdot 10^{-7}$                               |
| 4 | Strip-till | 5,5                                                 | 19227                                                                      | 1,48                                                            | 2200,60                                               | $2,97 \cdot 10^{-7}$                               |

Здійснено порівняння всіх варіантів вихідної множини з умовним ідеалізованим варіантом, в якому присутні кращі значення критеріїв з вихідної множини альтернативних варіантів. Формування множини прийнятих критеріїв здійснено при однаковому напрямку покращення (зменшення) всіх критеріїв. Завдання їх порівняльної оцінки вирішувалось методом розставлення пріоритетів за допомогою використання коефіцієнтів значимості критеріїв  $\lambda_i$ , значення яких розраховано при забезпеченні умови  $\sum \lambda_i = 1$ . Для цього критерії порівнювались попарно і у відповідних комірках матриці (таблиця 1.2) проставлені коефіцієнти переваг. Якщо критерій в  $i$ -й стрічці має перевагу над критерієм в  $j$ -у стовпчику, то коефіцієнт приймають рівним 1,5; при їх однаковій значимості – 1,0; а при меншій – 0,5. Екологічний критерій ущільнення ґрунту  $K_3$  та економічний  $K_4$ , який ураховує собівартість вирощеної продукції, мають найбільшу важливість в порівнянні з іншими, що рівнозначні. Тобто прийнято  $K_1 = K_2 = K_5 < K_3 = K_4$ .

Таблиця 3.2 Матриця визначення пріоритетів

| Номера критеріїв | Номера критеріїв |       |       |       |       | $\sum_{j=1}^{j=5} K_i$ | $P_{ij}$ | $\lambda_i$ |
|------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|------------------------|----------|-------------|
|                  | $K_1$            | $K_2$ | $K_3$ | $K_4$ | $K_5$ |                        |          |             |
| $K_1$            | 1,0              | 1,0   | 0,5   | 0,5   | 1,0   | 4,0                    | 18,5     | 0,158       |
| $K_2$            | 1,0              | 1,0   | 0,5   | 0,5   | 1,0   | 4,0                    | 18,5     | 0,158       |
| $K_3$            | 1,5              | 1,5   | 1,0   | 1,0   | 1,5   | 6,5                    | 31,0     | 0,264       |
| $K_4$            | 1,5              | 1,5   | 1,0   | 1,0   | 1,5   | 6,5                    | 31,0     | 0,264       |
| $K_5$            | 1,0              | 1,0   | 0,5   | 0,5   | 1,0   | 4,0                    | 18,5     | 0,158       |

117,5

Коефіцієнти значимості критеріїв  $\lambda_i$ , сума добутків кожного елементу  $i$ -ї стрічки на елементи вектор-стовпчика  $P_{ij}$  та відстань до цілі для заданої множини альтернативних варіантів  $\mu$  знайдені відповідно за формулами (3.3-3.5):

З вихідної множини альтернатив вибрано варіант, що знаходиться найближче до ідеалізованого варіанту, для якого  $\mu = 0$ . Визначена таким чином відстань до цілі для заданої множини альтернативних варіантів дає порівняльну оцінку варіантів технологій (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 Оцінка механізованих варіантів технологій

| Номери варіантів технологій | Критерії, що використані для аналізу |                     |                              |             |                      | $\mu$ | Ранг технології |
|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------|------------------------------|-------------|----------------------|-------|-----------------|
|                             | $Z$ ,<br>люд.-<br>год /га            | $E$ ,<br>МДж/<br>га | $\Pi$ ,<br>г/см <sup>3</sup> | $C$ , грн/т | $P$ , 1/грн          |       |                 |
| 1                           | 11,9                                 | 33490               | 2,1                          | 2615,20     | $3,35 \cdot 10^{-7}$ | 0,55  | 4               |
| 2                           | 7,7                                  | 17673               | 1,78                         | 2132,87     | $3,37 \cdot 10^{-7}$ | 0,16  | 3               |
| 3                           | 5,1                                  | 18736               | 1,46                         | 2466,98     | $3,90 \cdot 10^{-7}$ | 0,10  | 2               |
| 4                           | 5,5                                  | 19227               | 1,48                         | 2200,60     | $2,97 \cdot 10^{-7}$ | 0,04  | 1               |
| Ідеалізований варіант       | 5,1                                  | 17673               | 1,46                         | 2132,87     | $2,97 \cdot 10^{-7}$ | 0     |                 |

На графічній моделі це матиме наступний вигляд:

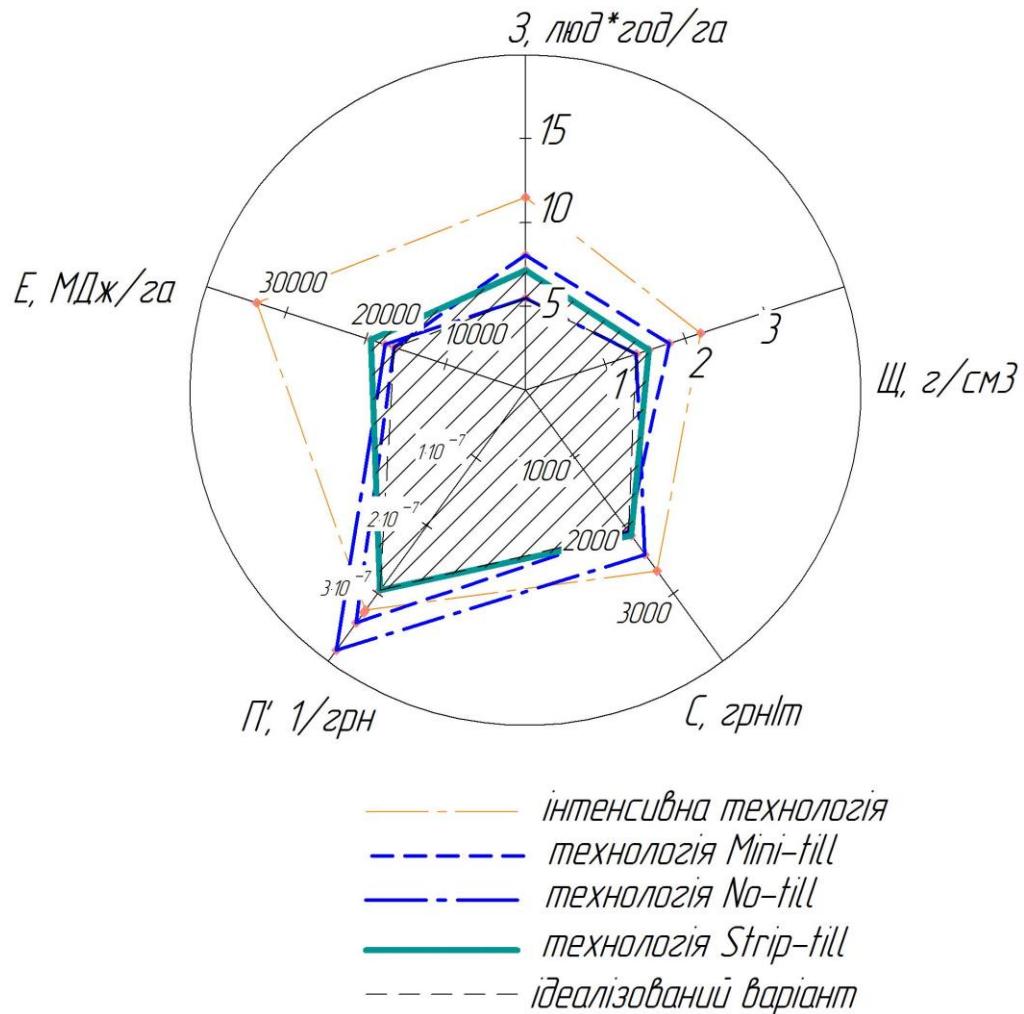


Рисунок 3.2 Полігон вибору за методом відстані до цілі для п'яти критеріїв  $U_i$  і чотирьох варіантів рішень  $S_i$ .

## Висновки

Отже, системний багатокритеріальний аналіз за методом відстані до цілі показав, що технологія вирощування озимої пшениці Strip-till є найближчою до ідеалізованого варіанту. Хоча технології No-till та Mini-till також мають значення близькі до ідеалізованого варіанту. Інтенсивна ж технологія дещо наближається до ідеалізованого варіанту за економічними критеріями, та має значно гірші показники за енергетичними і екологічними критеріями, а також за затратами праці.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці — це комплексна система превентивних, організаційних та технічних заходів, спрямованих на створення безпечних і здорових умов праці, мінімізацію ризиків для життя і здоров'я працівників та збереження працездатності. У сучасному аграрному підприємстві, де застосовується складна техніка, паливно-мастильні матеріали, пестициди та інші хімічні речовини, ефективна система охорони праці є невід'ємною частиною управління виробництвом.

#### Правова база та управління

Управління охороною праці здійснюється відповідно до чинного законодавства України, внутрішніх нормативних актів підприємства та міжнародних стандартів (за наявності).

Адміністрацією призначені відповідальні особи (керівники підрозділів, інженер з охорони праці), визначені їхні повноваження та обов'язки, затверджені посадові інструкції.

Впроваджується система управління охороною праці (СУОП) з оцінкою ризиків, плануванням заходів, внутрішнім аудитом і аналізом майже-подій та нещасних випадків.

#### Навчання, інструктажі та допуск до робіт

Навчання та інструктажі (первинні, цільові, позапланові, повторні) проводяться згідно типових положень і документуються в журналах. Працівники допускаються до роботи після навчання, перевірки знань та медичного огляду.

Практичні заняття з аварійної зупинки, евакуації, застосування ЗІЗ, порядку дій при ДТП та пожежі повинні бути регулярними.

Впроваджується електронний облік інструктажів і атестацій, використання тестів і записів для підтвердження компетентності.

#### Організація робочих місць і виробничі процеси

Технологічні карти та регламенти робіт оновлені під сучасні машини й агрегати; роботи плануються з урахуванням безпечних режимів, строків і навантаження на персонал.

Для всіх небезпечних робіт розроблені і затверджені дозволи на роботи (work permits), інструкції LOTO (блокування та маркування енергії), процедури роботи на висоті, під піднятою технікою тощо.

Впроваджується попередня оцінка ризиків для кожного робочого місця й операції з визначенням заходів контролю (технічних, організаційних, ЗІЗ).

#### Техніка, технічний стан і ТО

МТА експлуатується за регламентами виробника; перед виїздом у поле та перед початком робіт проводиться технічний огляд і запис у журналі технічного стану.

Профілактичне ТО планується сезонно й цілорічно; застосовується діагностика (вібро/термо-моніторинг, аналіз мастил) для запобігання аваріям.

Передбачені стандарти огорожень, блокувань, захисних кожухів; заборонено експлуатувати техніку зі знімними чи пошкодженими захисними пристроями.

#### Засоби індивідуального та колективного захисту (ЗІЗ, КЗ)

Забезпечення ЗІЗ (захисний одяг, взуття, рукавиці, респіратори, окуляри, ППА) здійснюється відповідно до оцінки ризиків і властивостей робіт; на підприємстві ведеться облік видачі та строків заміни.

Для робіт з хімічними препаратами застосовуються засоби захисту за таблицями сумісності з препаратами; перевіряється придатність та сертифікація ЗІЗ.

Колективні заходи: захисні огорожі, вентиляція, місцева витяжка, шумозахисні екрани.

#### Обробка і застосування пестицидів та ЗЗР

Централізоване приготування робочих розчинів на облаштованих бетонних майданчиках/змішувачах з дренажем і системою поводження з відходами; використання закритих систем переливу та насосів.

Механізоване внесення ЗЗР з використанням сертифікованих обприскувачів; застосування систем захисту оператора (замкнуті кабіни з ФВП, фільтрація повітря).

Розроблені карти безпечного застосування ЗЗР, інструкції з управління сполуками, заходи по локалізації розливів та нейтралізації.

Медичний контроль працівників, що працюють із ЗЗР; обмеження робіт у період вагітності та інші медичні протипокази.

Пожежна безпека та протипожежні заходи

Призначаються відповідальні особи за пожежну безпеку; проводяться протипожежні інструктажі.

Встановлюються мінімальні відстані при зберіганні палива й сипучих матеріалів; на техніці та в агрономічних зонах наявні вогнегасники, первинні засоби пожежогасіння, мобільні пожежні інвентарі.

Моніторинг температури підшипників, систем попередження займання, заборона роботи під час надвисокого ризику пожежі (сушіння, сильний вітер).

Медичне забезпечення, профілактика і охорона здоров'я

Обов'язкові періодичні медогляди працівників згідно профілю робіт; вакцинація за показами.

Наявність комплекту першої допомоги на кожному транспортному агрегаті та в робочих зонах; навчання персоналу з надання невідкладної допомоги.

Політика щодо алкоголю і наркотиків: заборона роботи у стані сп'яніння, регулярні перевірки, програми реабілітації. Контроль втоми — регламентована тривалість змін, перерви, моніторинг робочого навантаження.

Організаційні вимоги і правила поведінки на полі

До робіт допускаються особи не молодші 18 років без медичних протипоказань, що пройшли інструктаж та стажування.

Перед виїздом у поле: перевірка аптечки, маршрутів руху, рельєфу, місць поворотів та переїздів; подача попереджувальних сигналів; заборона передавати керування стороннім особам.

Заборонено: перебування сторонніх осіб на агрегаті під час руху; очищення

робочих органів при працюючому двигуні; запуск обладнання при наявності людей у зоні дії; робота з незакритими гідролініями або під тиском.

Роботи з технічного обслуговування та ремонтів

Всі регулювання, чистка та ремонти проводяться за вимкненого двигуна, із застосуванням процедур LOTO та установлених підпор при піднятому обладнанні.

Заборонено використовувати саморобні підпори та нестандартні кріплення; застосовуються сертифіковані інструменти й пристосування.

Облік робіт у журналах ТО, інструкції для надзвичайних ситуацій, доступні схеми гідросистем і електропроводки.

Управління ризиками, облік інцидентів та навчання на помилках

Введення системи реєстрації майже-подій і нещасних випадків, розслідування з визначенням кореневих причин і впровадженням коригувальних заходів.

Регулярні внутрішні аудити охорони праці, перевірки дотримання ППР, оновлення процедур на підставі отриманих даних.

Мотивація працівників до безпечної поведінки: заохочення безаварійної роботи, навчальні програми, зворотний зв'язок.

Санітарно-гігієнічні заходи та умови праці

Забезпечення душових, роздягалень, чистого спецодягу та умов для його зберігання; організація прання/обробки спецодягу.

Контроль шуму, пилу, мікроклімату в кабінах та приміщеннях; застосування місцевої витяжки при роботах з пилом і шкідливими аерозолями.

Забезпечення питною водою, організація харчових перерв у безпечних місцях.

Документація та інформування персоналу

На видних місцях розміщені технологічні карти, інструкції щодо роботи з пестицидами і добривами, плани дій при НС, контакти швидкої допомоги.

Електронний документообіг для контролю строків інструктажів, ТО та видачі ЗІЗ.

Рекомендації для підвищення рівня охорони праці на підприємстві

Впровадити або оновити систему управління охороною праці з акцентом на оцінку ризиків і LOTO.

Централізувати приготування робочих розчинів і застосовувати закриті системи з насосами і плюсовою подачею.

Підвищити якість і облік ЗІЗ, контролювати строки їх заміни та навчання із застосування.

Впровадити телеметрію й моніторинг техніки для запобігання аварій і оптимізації ТО.

Запровадити регулярні профілактичні медогляди, програму з контролю втоми та політику щодо алкоголю/наркотиків.

Розвивати культуру безпеки через програми мотивації, щоденні брифінги та аналіз майже-подій.

#### Висновок

Сучасне аграрне підприємство потребує проактивної, системної та технологічно підкріпленої системи охорони праці: технічні заходи, стандарти роботи, цифрові інструменти контролю і постійне навчання персоналу дозволяють знизити ризики, зберегти здоров'я працівників і забезпечити безперебійну ефективну роботу виробництва.

## РОЗДІЛ 5

### ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Економічне обґрунтування виконується з метою визначення раціонального варіанту технології за одним або сукупністю економічних критеріїв (мінімум приведених затрат, максимум прибутку, термін повернення кредиту, строк окупності капіталовкладень тощо).

Виходячи із завдання на розробку технологічних робіт та техніко-технологічних розрахунків проекту, необхідно висвітлити такі питання:

- 1) варіанти механізованого процесу (технології виробництва) з основними експлуатаційними характеристиками техніки;
- 2) умови придбання технологічних матеріалів (насіння, добрива, отрутохімікати);
- 3) необхідні виробничні приміщення та вартість їх будівництва (дані слід взяти в господарствах, де студенти проходили практику);
- 4) метод економічного обґрунтування технології та комплекту машин.

Таблиця 5.1 – Результати розрахунку затрат на придбання технологічних матеріалів

| Варіант технології | C <sub>1</sub> , грн./га | C <sub>2</sub> , грн./га | C <sub>3</sub> , грн./га |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Інтенсивна         | 7620                     | 1080                     | 5700                     |
| Mini-till          | 2430                     | 1080                     | 4500                     |
| No-till            | 3000                     | 1080                     | 7200                     |
| Strip-till         | 3450                     | 1080                     | 7200                     |

Таблиця 5.2 – Результати розрахунку прямих експлуатаційних затрат

| Варіант технології | $C_4$ , грн./га | $C_5$ , грн./га | $C_6$ , грн./га | $C_7$ , грн./га |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Інтенсивна         | 1939,35         | 292,85          | 58,57           | 133,54          |
| Mini-till          | 1071,00         | 216,25          | 43,25           | 98,61           |
| No-till            | 780,57          | 150,11          | 30,02           | 68,45           |
| Strip-till         | 803,67          | 152,72          | 30,54           | 69,64           |

Таблиця 5.3 – Результати розрахунку балансової вартості основних виробничих фондів і амортизаційних відрахувань

| Варіант технології | $C_8$ , грн | $C_9$ , грн | $C_{10}$ , грн./га | $C_{11}$ , грн./га |
|--------------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|
| Інтенсивна         | 27075       | 44100       | 1001,34            | 433,91             |
| Mini-till          | 27075       | 44100       | 777,43             | 336,89             |
| No-till            | 27075       | 44100       | 935,71             | 405,48             |
| Strip-till         | 27075       | 44100       | 1000,17            | 433,41             |

Таблиця 5.4 – Результати розрахунку загальновиробничих та загальногосподарських витрат

| Варіант технології | $C_{12}$ , грн | $C_{ПЕ}$ , грн | $C_{13}$ , грн. | $C_{ПЕ} + C_{12}$ |
|--------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------|
| Інтенсивна         | 92799          | 3711985        | 3804,80         | 3804785           |
| Mini-till          | 60546          | 2421862        | 2482,41         | 2482409           |
| No-till            | 70031          | 2801244        | 2871,28         | 2871275           |
| Strip-till         | 72880          | 2915204        | 2988,10         | 2988084           |

Таблиця 5.5 – Результати розрахунку виробничої собівартості

| Варіант технології | C <sub>14</sub> , грн. | C' <sub>14</sub> , грн./т | A, грн./т | Б, грн |
|--------------------|------------------------|---------------------------|-----------|--------|
| Інтенсивна         | 3808589                | 2539,10                   | 2243,20   | 443729 |
| Mini-till          | 2484891                | 2070,74                   | 1773,19   | 357068 |
| No-till            | 2874146                | 2395,12                   | 2051,53   | 412315 |
| Strip-till         | 2991072                | 2136,50                   | 1826,70   | 433759 |

Таблиця 5.6 – Результати розрахунку виробничої собівартості

| Варіант технології | C <sub>15</sub> , грн | C <sub>16</sub> , грн | C, грн./т |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| Інтенсивна         | 114257                | 3922847               | 2615,20   |
| Mini-till          | 74546                 | 2559438               | 2132,87   |
| No-till            | 86224                 | 2960370               | 2466,98   |
| Strip-till         | 89732                 | 3080804               | 2200,60   |

Таблиця 5.7. – Калькуляція виробництва продукції

| Статті витрат |                              |                                                      |                |                   | Витрати на одиницю продукції<br>грн./т |           |         |            |
|---------------|------------------------------|------------------------------------------------------|----------------|-------------------|----------------------------------------|-----------|---------|------------|
|               |                              |                                                      |                |                   | Інтенс.                                | Mini-till | No-till | Strip-till |
| №             | Назва статті                 |                                                      | Позн.          |                   |                                        |           |         |            |
| 1             | Технологічні матеріали       | Добрива                                              | C <sub>1</sub> | Група А (поточні) | 1016,00                                | 405,00    | 500,00  | 492,86     |
| 2             |                              | Насіння                                              | C <sub>2</sub> |                   | 144,00                                 | 180,00    | 180,00  | 154,29     |
| 3             |                              | Отрутохімікати                                       | C <sub>3</sub> |                   | 760,00                                 | 950,00    | 1200,00 | 1028,57    |
| 4             | Прямі експлуатаційні витрати | Паливо                                               | C <sub>4</sub> |                   | 258,58                                 | 178,50    | 130,10  | 114,81     |
| 5             |                              | Основна заробітна плата                              | C <sub>5</sub> | Група Б           | 39,05                                  | 36,04     | 25,02   | 21,82      |
| 6             |                              | Додаткова заробітна плата                            | C <sub>6</sub> |                   | 7,81                                   | 7,21      | 5,00    | 4,36       |
| 7             |                              | Відрахування на соціальні заходи                     | C <sub>7</sub> |                   | 17,81                                  | 16,44     | 11,41   | 9,95       |
| 8             |                              | Відрахування на амортизацію будівель машинного двору | C <sub>8</sub> |                   | 13,05                                  | 22,56     | 22,56   | 19,34      |

|    |                  |                                                        |                 |         |         |         |         |
|----|------------------|--------------------------------------------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| 9  |                  | Відрахування на амортизацію обладнання машинного двору | C <sub>9</sub>  | 27,00   | 36,75   | 36,75   | 31,50   |
| 10 |                  | Відрахування на амортизацію МТП                        | C <sub>10</sub> | 133,51  | 129,57  | 155,95  | 142,88  |
| 11 |                  | Відрахування на ТО та поточний ремонт МТП              | C <sub>11</sub> | 57,86   | 56,15   | 67,58   | 61,92   |
| 12 |                  | Загальновиробничі витрати                              | C <sub>12</sub> | 61,87   | 50,46   | 58,36   | 52,06   |
| 13 | Накладні витрати | Загальногосподарські витрати                           | C <sub>13</sub> | 2,54    | 2,07    | 2,39    | 2,13    |
| 14 |                  | Виробнича собівартість                                 | C <sub>14</sub> | 2539,06 | 2070,74 | 2395,12 | 2136,48 |
| 15 |                  | Поза виробничі витрати                                 | C <sub>15</sub> | 76,17   | 62,12   | 71,85   | 64,09   |
| 16 |                  | Повна собівартість                                     | C <sub>16</sub> | 2615,23 | 2132,87 | 2466,98 | 2200,57 |

Таблиця 5.8. – Калькуляція виробництва продукції

| Варіант технології | <i>B</i> , грн | <i>П</i> , грн | <i>P</i> , % | <i>T<sub>б</sub></i> , т |
|--------------------|----------------|----------------|--------------|--------------------------|
| Інтенсивна         | 6900000        | 2977153        | 76           | 188                      |
| Mini-till          | 5520000        | 2960562        | 116          | 126                      |
| No-till            | 5520000        | 2559630        | 86           | 162                      |
| Strip-till         | 6440000        | 3359196        | 109          | 156                      |

Таблиця 5.9 – Економічні показники підприємства при впровадженні нових технологій

| Показники                             | Нова технологія |           |         |            |
|---------------------------------------|-----------------|-----------|---------|------------|
|                                       | Інтенсивна      | Mini-till | No-till | Strip-till |
| Річний обсяг виробництва продукції, т | 1500            | 1200      | 1200    | 1400       |
| Повна собівартість продукції, грн./т  | 2615,23         | 2132,87   | 2466,98 | 2200,57    |
| Чистий прибуток, тис.грн.             | 2977153         | 2960562   | 2559630 | 3359196    |
| Рівень рентабельності, %              | 76              | 116       | 86      | 109        |

## **Висновки**

Отже, всі пропоновані технології мають високий рівень рентабельності, найбільший при технології Mini-till – 116%, також собівартість продукції є найменшою при цій технології - 2132,87 грн/т. Найбільший же прибуток забезпечить технологія Strip-till – на рівні 3359196 грн, при річному обсязі виробництва 1400 т. Інтенсивна технологія забезпечить найбільший валовий збір – 1500 т, при рівні рентабельності 76%.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

2. Розрахований склад машино-тракторного парку вирощування озимої пшениці за інтенсивною технологією та технологіями Mini-till, No-till та Strip-till. Загальні витрати енергії на формування врожаю склали 6697910 МДж, 3534568 МДж, 3747186 та 3846020 МДж відповідно. Аналіз показників енергетичної та екологічної оцінки механізованих технологій показав, що коефіцієнт енергетичної ефективності буде більшим при технології вирощування озимої пшениці Strip-till порівняно з іншими технологіями (5,04, 6,46, 6,10, 8,32). Технологія Mini-till є найменш енергоємною. Інтенсивна технологія є найбільш енергонасиченою та має найгірші показники по екологічному аналізу щодо ущільнення ґрунту.

3. Системний багатокритеріальний аналіз за методом відстані до цілі показав, що технологія вирощування озимої пшениці Strip-till є найближчою до ідеалізованого варіанту. Хоча технології No-till та Mini-till також мають значення близькі до ідеалізованого варіанту. Інтенсивна ж технологія дещо наближається до ідеалізованого варіанту за економічними критеріями, та має значно гірші показники за енергетичними і екологічними критеріями, а також за затратами праці.

4. Проаналізовано стан охорони праці в ФГ «Бобрик» та розроблено заходи з охорони праці при виробництві озимої пшениці.

5. Всі пропоновані технології мають високий рівень рентабельності, найбільший при технології Mini-till – 116%, також собівартість продукції є найменшою при цій технології - 2132,87 грн/т. Найбільший же прибуток забезпечить технологія Strip-till – на рівні 3359196 грн, при річному обсязі виробництва 1400 т. Інтенсивна технологія забезпечить найбільший валовий збір – 1500 т, при рівні рентабельності 76%.

## ***СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ***

1. Аналіз технологічних систем і обґрунтування рішень. Практикум : навч. посіб. / [Ю.П. Нагірний, І.М. Бендера, С.Ф. Вольвак та ін.]. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2013. – 240 с.
2. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини / Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк. – К.: Вища школа, 2004. – 551 с.
3. Головчук А.Ф. Машиновикористання та екологія довкілля: підручник / А.Ф. Головчук, А.С. Лімонт,; за ред. А.Ф. Головчука. –К.: Грамота, 2007. — 360 с.
4. Головчук А.Ф. Машини сільськогосподарські / А.Ф. Головчук, В.І. Марченко, В.Ф. Орлов. - К.: Грамота, 2005. – 575 с.
5. Гречкосій В.Д. Ефективність технології STRIP-TILL в системі обробітку ґрунту / В.Д. гречкосій, Р.В. Шатров // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК / Редкол.: С.М. Ніколаєнко (відп. Ред..) та ін. – К., 2015. – Вип. 212, ч. 1. – С. 309-314.
6. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві. В.Ю.Ільченко, П.У.Карасьов, А.С.Лісовий та ін. за ред. В.Ю.Ільченка К. Урожай, 1993 - 286 с.
7. Зінченко О.І. Рослинництво. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
8. Комплексна механізація виробництва зерна / В. Д.Гречкосій, Д.М.Алімов, В.І.Кифоренко, П.М.Чайка; За ред. В.Д.Гречкосія. – К.: Урожай, 1991. –216 с.
9. Комплексна механізація виробництва зерна: Навчальний посібник / В. Д.Гречкосій, М.Я.Дмитришак, Р.В.Шатров та ін.. За ред. В.Д.Гречкосія. – Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2012. –288 с.
10. Кобець А.С. Дипломне проектування з машиновикористання у рослинництві: Навчальний посібник / А.С. Кобець, В.Ю. Ільченко, В.Г. Бутенко та ін.. / За ред.. А.С. Кобця. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2007. – 277.
11. Марченко В.І. Машиновикористання в землеробстві: навч. посіб. / В.І. Марченко, А.О. Яценко. – К.: Наук. Світ. 2006. – 372 с.

12. Мельник І.І. Проектування технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник / І.І. Мельник, В.Д. Гречкосій, С.М. Бондар; За ред. І.І. Мельника. – Ніжин: ТОВ “Видавництво Аспект-Поліграф”, 2005. – 192 с.
13. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень. - К.: Урожай, 1994. - 216 с.
14. Нагірний Ю.П. Аналіз технологічних систем і обґрунтування рішень : підруч. / [Нагірний Ю.П., Бендера І.М., Вольвак С.Ф.; за ред. Ю.П. Нагірного]. – Кам’янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2013. – 264 с.
15. Обробіток ґрунту та наукові основи його мінімізації: навч. посіб. / В.О. Єщенко, А.Ф. Головчук та ін.. За ред.. В.О. Єщенка. – Умань: Видавець Сочінський. – 2011. – 308 с.
16. Пастухов В.І. Енергетична оцінка механізованих технологій рослинництва. Методи і результати. – Харків: «Ранок-НТ». – 2003, 100 с.
17. Практикум з машиновикористання в рослинництві А.С.Лімонт, І.І.Мельник, А.С.Маличовський та ін. за ред. І.І.Мельника К. Кондор, 2004 - 282 с.
18. Працезохоронні засади у схемах, таблицях і графіках: Посібник / Укл. Войналович О.В. – К.: Основа, 2009. – 88 с.
19. Проектування технологічних процесів у рослинництві: навчальний посібник / В.Д. Гречкосій, В.Д. Войтюк, Р.В. Шатров та ін.. – Видавець: ПП Лисенко М.М., 2014. – 392 с.
20. Сучасні технології АПК: вирощування основних сільськогосподарських культур / Володимир Моргун, Віктор Швартау, Бернд Шульце, Клеменс Фукс, Йохайм Кастен, Олег Грикун, Микола Мостіпан, Віталій Снісаренко. – К.: ТОВ «Видавничий дім «Імпрес-Медіа», 2010. – 144 с.
21. Типові норми на механізовані сільськогосподарські роботи.- 3-е вид., доп. І перероб. /Упоряд. Л.С.Пристапчук, О.Ф.Лук’янчук, В.М.Карпенко. – К.: Урожай, 1982. – 504 с.
22. Типові норми продуктивності машин і витрат палива на передпосівному обробітку ґрунту. –К.:НДІ «Укراгропромпродуктивність», 2005.- 672 с.
23. Типові норми продуктивності машин і витрат палива на сівбі, садінні та

догляді за посівами / В.В. Вітвіцький та інші – К.:НДІ «Украгпромпромпродуктивність», 2005.- 544 с.

24. Технології вирощування зернових і технічних культур в умовах Лісостепу України / за ред.. П.Т. Саблука, Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. – 2-ге вид., доп. – К.: ННЦ ІАЕ, 2008. – 720 с.

25. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням / за ред.. Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. – Харків. ХНТУСГ. – 2006. – 725 с.

26. Типові задачі машиновикористання в землеробстві: Навчальний посібник / За ред. Ю.П. Нагірного. - Львів: ЛДАУ, 2001. - 180 с.

27. Шатров Р.В. Strip-till — нові можливості обробітку ґрунту і сівби сільськогосподарських культур / Р.В. Шатров // Агробізнес сьогодні. – К.: ТОВ Прес-медіа. – вип..№9 (304) , 2015. – С. 14-16.

28. Управління системами машин у виробничих процесах рослинництва: Навчальний посібник / І.І. Мельник, В.Д. Войтюк, С.М. Бондар, Л.С. Шимко. – Ніжин: ТОВ «Видавництво Аспект-Поліграф», 2013. – 504 с.