

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет інженерно-технологічний**  
**Кафедра агроінженерії та автомобільного транспорту**

**Пояснювальна записка**

**до дипломної роботи на здобуття ступеня вищої освіти**

**«магістр»**

*бакалавр, магістр*

**на тему: «Обґрунтування використання голчастих борін в  
операційних технологіях садіння картоплі»**

Виконав: здобувач вищої освіти  
за освітньо-професійною програмою  
Технології і засоби механізації  
сільськогосподарського виробництва  
*назва ОПП*

спеціальності 208 Агроінженерія  
*код та найменування спеціальності*

Ступеня вищої освіти «магістр» групи 1

Якименко Дмитро Ігорович

*Прізвище та ініціали здобувача вищої освіти*

Керівник: Бурлака О. А.

*Прізвище та ініціали керівника*

Рецензент: Яхін С. В.

*Прізвище та ініціали рецензента*

Полтава – 2022 року

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота виконана на тему: **«Обґрунтування використання голчастих борін в операційних технологіях садіння картоплі».**

**Мета дослідження** – наукове обґрунтування кращих технологічних параметрів операційної технології післяпосадкового боронування поверхневого шару ґрунту за допомогою дискових голчастих борінок при застосуванні гребеневого способу садіння картопляних бульб.

**Об'єкт дослідження** – технологічні операції підготовки поля, садіння картоплі та післяпосадкового боронування гребенів картопляного лану; тракторні картоплесаджалки типу КС-2Т.

**Предмет дослідження** – елементи конструкції, технічні параметри, технологічні характеристики дискових голчастих борінок, технологічні екологічні та економічні складові операційних технологій післяпосадкового боронування гребенів картопляного лану.

В роботі доведено:

- При суміщенні технологічних операцій садіння з боронуванням можливо отримати додаткове збереження продуктивної вологи, зменшити витрати палива та кількість проходів машинно-тракторних агрегатів по полю. При вирішенні поставлених завдань нами пропонується використовувати голчасті роторні борінки, що виготовлені та удосконалені власними зусиллями.

- Експериментальні дослідження виконані як серія польових дослідів з метою визначення кращих технічних та технологічних параметрів операційної технології післяпосадкового боронування гребенів картопляного поля. Нами було використано машинно-тракторний агрегат ЮМЗ-6КЛ+КС-2Т дообладнаний експериментальними дисковими голчастими борінками.

Ключові слова: ТЕХНОЛОГІЯ, КАРТОПЛЯ, ОБҐРУНТУВАННЯ, ДИСКОВА ГОЛЧАСТА БОРОНА, БОРОНУВАННЯ, МАШИННО-ТРАКТОРНИЙ АГРЕГАТ, ЕКСПЕРИМЕНТ, ПОВЕРХНЯ ВІДГУКУ.

## ВСТУП

**Актуальність теми.** В сучасних технологіях вирощування та збирання товарної картоплі, за умови зменшення пестицидного навантаження та впровадження елементів енергоощадних екологічно безпечних технологій, особливо в періоди з достатньою кількістю опадів, спостерігається тенденція до збільшення ступеню ушкодження рослин картоплі хворобами та шкідниками.

До зниження урожайності картопляного поля також може призвести значна забур'яненість посадкових площ. Для боротьби з таким негативними факторами або збільшують кількість хімічних засобів захисту рослин, що протирічить умовам безпечності та екологічності технологій, або збільшують кількість повторювань відносно проходів просапних машинно-тракторних агрегатів по картопляному полю.

В кінцевому результаті, такі організаційно-технологічні елементи виробництва у картоплярстві переуцільнюють підорний шар ґрунту, зменшують наявність у ґрунті продуктивної вологи, знижують родючість ґрунту, збільшують дію шкідливих факторів від пестицидного навантаження на технології вирощування культурних рослин.

Одним з сучасних, доволі ефективних агротехнічних прийомів по вирішенню озвучених проблем є поєднання декількох операційних технологій та їх одночасне виконання комбінованими чи комплексними машинно-тракторними агрегатами.

Тому, обрана тема магістерського дослідження: «Обґрунтування використання голчастих борін в операційних технологіях садіння картоплі» направлена на суміщення технологічних операцій посадки картопляних бульб з одночасним проведенням післяпосадкового поверхневого боронування голчастими дисковими борінками на гребеневому способі садіння є важливою та актуальною в сучасному сільськогосподарському виробництві.

**Мета дослідження** – наукове обґрунтування кращих технологічних параметрів операційної технології післяпосадкового боронування поверхневого шару ґрунту за допомогою дискових голчастих борінок при застосуванні гребеневого способу садіння картопляних бульб.

**Основні наукові завдання дослідження полягають у наступному:**

1. В оглядовій частині магістерської роботи виконати пошукові дослідження щодо сучасних технологій, технічних засобів, наукових напрямків досліджень відносно виробництва товарної картоплі з урахуванням мінливих агрокліматичних умов сьогодення.
2. Викласти методичні та методологічні аспекти наукових досліджень, що виконані у роботі. При цьому в методиках теоретичних досліджень застосувати методи порівняння та оцінювання машинного-тракторних агрегатів для підготовки поля і садіння картопляних бульб за умовами багатокритеріальності.
3. Методичні складові та програму експериментальних досліджень провести за планами багатофакторного експерименту. Визначити основні вхідні незалежні та вихідні залежні параметри щодо впливу та оцінювання якості на операційну технологію післяпосадкового боронування картопляного поля.
4. За результатами теоретичного дослідження обрати кращий машинно-тракторний агрегат для садіння картопляних бульб за умов обмежених ресурсів аграрних підприємств.
5. За результатами експериментального дослідження визначити оптимальні технологічні параметри роботи дискових голчастих борінок при боронування гребеневої поверхні картопляного поля.
6. Здійснити екологічну експертизу пропонування до виробництва агротехнічних рішень щодо виявлення та мінімізації шкідливих елементів техногенного впливу на оточуюче середовище.
7. Розробити пропозиції щодо покращення стану охорони праці, дій в надзвичайних ситуаціях та захисту навколишнього середовища аграрних

підприємств.

**Об'єкт дослідження** – технологічні операції підготовки поля, садіння картоплі та післяпосадкового боронування гребенів картопляного лану; тракторні картоплесаджалки типу КС-2Т.

**Предмет дослідження** – елементи конструкції, технічні параметри, технологічні характеристики дискових голчастих борінок, технологічні екологічні та економічні складові операційних технологій післяпосадкового боронування гребенів картопляного лану.

**Методи дослідження:** при виконанні даної роботи використовувались оглядові методи дослідження, методи багатокритеріального вибору за «відстанню до цілі», графоаналітичні методи, методи порівняння, методи проведення багатофакторних експериментальних досліджень, кореляційно-регресійний аналіз.

**Теоретична та практична значущість результатів дослідження:**

1. При суміщенні технологічних операцій садіння з боронуванням можливо отримати додаткове збереження продуктивної вологи, зменшити витрати палива та кількість проходів машинно-тракторних агрегатів по полю. При вирішенні поставлених завдань нами пропонується використовувати голчасті роторні борінки, що виготовлені та удосконалені власними зусиллями.
2. В умовах обмежених фінансових ресурсів кращим варіантом щодо результатів теоретичних досліджень з використанням методик багатокритеріального вибору за «відстанню до цілі» машин для садіння картопляних бульб є картоплесаджалка львівського виробництва КС-2Т.
3. Експериментальні дослідження нашої магістерської роботи виконані як серія польових дослідів з метою визначення кращих технічних та технологічних параметрів операційної технології післяпосадкового боронування гребенів картопляного поля. Нами було використано машинно-тракторний агрегат ЮМЗ-6КЛ+КС-2Т дообладнаний експериментальними дисковими голчастими борінками.

4. На основі визначеної вагомості впливу таких незалежних експериментальних факторів багатфакторного експерименту, як: глибини боронування поверхневого шару ґрунту, швидкості руху машинно-тракторного посадково-боронувального агрегату, вологості ґрунту на залежну змінну – бальне оцінювання якості боронувальних операцій, нами визначено: кращі умови борону вальної операційної технології отримані при швидкості руху машинно-тракторного агрегату 5,5-6км/год; глибині боронування – 4,5-5,5см; вологості ґрунту – 75%.

5. Щодо змісту проведеної екологічної експертизи, то ступінь шкідливості технології вирощування картоплі при застосуванні пропонованого нами процесу суміщеного з посадкою бульб боронування, знижується.

6. Економічна доцільність виробничого впровадження запропонованого нами дообладнання картоплесаджалки КС-2Т дисковими голчастими борінками підтверджена отриманням річного економічного ефекту в розмірі 7000 грн.

7. Елементи покращеної шляхом суміщення посадки картопляних бульб з післяпосадковим боронуванням операційної технології доцільно впроваджувати у фермерських господарствах, а також промислових аграрних підприємствах з розвинутим під комплексом картоплярства. Термін окупності додаткових капіталовкладень, що необхідні для дообладнання картоплесадильної машини КС-2Т дисковими голчастими борінками, не перевищує два роки.

# 1 СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ

## 1.1 Огляд сучасних операційних технологій виробництва товарної картоплі

Організація сучасного якісного виробництва картоплі являється актуальним завданням для промислових аграрних підприємств та індивідуальних підсобних господарств.

Початок робіт, пов'язаних з картоплярством, вимагає ретельного прогнозування географічного розташування поля та визначення черговості картоплі у сівоzmінах.

Провідними вченими Інституту картоплярства Національної академії аграрних наук України було запропоновано таке чергування культур в сівоzmінах, де планується виробництво товарної картоплі:

- люцерна першого року посіву;
- люцерна другого року посіву;
- виробництво овочевих культур, крім пасльонових;
- картопля.

Першими технологічними операціями по вирощуванню картоплі є проведення луцення пожнивних решток сільськогосподарської культури – попередника та проведення основного обробітку ґрунту.

При цьому рекомендовано використання важких дискових борін типу БДТ-7, БДТ-10. Глибина боронування рекомендована до 12см.

Можливо використовувати і аналогічні дискові борони імпортного виробництва. При виконанні такої технологічної механізованої операції доцільного виконати одночасне внесення азотних добрив з нормою внесення 30-50 кг діючої речовини. Остання технологічна операція дає змогу пришвидшити перегнивання пожнивних решток рослин-попередників.

Після проведення першого боронування рекомендовано таку операцію повторити чи здійснити комбінований обробіток ґрунту сільськогосподарськими агрегатами типу «Європак».

Гарним агротехнічним прийомом з точки зору підвищення родючості ґрунтів є висівання сільськогосподарських культур як сидератів. В такому випадку можливо висівати олійну редьку, жито, яру віку, люпин, пелюшку.

Заробку у ґрунт листостеблової маси сидеральних культур проводять на початку листопада з використанням важких дискових робочих органів чи фрезерних активних робочих органів. Задача такого агротехнічного прийому – подрібнення і пригорання ґрунтом сидератів.

Основний обробіток ґрунту рекомендовано виконувати пізньої осені у вигляді полиневої оранки без борін.

Якщо попередниками перед картоплею були багаторічні трави, то використовують плугу з передплужниками.

З метою зменшення шкідливих наслідків вітрової ерозії при здійсненні основного обробітку ґрунту, використовують чизельні плуги [1,15].

Сучасні операційні технології здійснення основного, як полицевого, так і безполицевого обробітку ґрунту, засновані на використанні оборотних плугів різноманітних конструкцій. Спосіб руху машинно-тракторних агрегатів при цьому – човниковий.

В сучасних агротехнічних вимогах, щодо виконання основного обробітку ґрунту, зазначено, що ступінь кривизни суміжних смуг оранки, отриманої за допомогою контрольованого машинно-тракторного агрегату, не повинна перевищувати один метр відносно п'ятьсот метрів гону.

Відносна кількість зароблених рослинних решток при виконанні полиневої оранки - неменше 95%.

Щодо ступеню розпушуваності переораного ґрунту, то його комковата структура повинна бути рівномірною, мати середню величину грудочок не менше 80...90%.

Якщо на сільськогосподарських угіддях, де планується вирощування картоплі, явно виражені повітряна та водяні ерозії ґрунту, то основний обробіток здійснюють плоско різними орними агрегатами без перекидання шару ґрунту.

При наявності ухилів на полі, більше 5-6<sup>0</sup>, основний обробіток ґрунту виконують поперек такого ухилу.

В періоди міжсезоння переорані поля доцільно визначати і відповідно використовувати у вигляді чистих парів. У разі масового проростання бур'янів, зорані поля можуть бути оброблені культиваторами чи комбінованими агрегатами суцільної обробки з метою знищення бур'янів та збереження вологи у ґрунті.

На весні одною з вагомих операцій в сучасних технологіях вирощування продовольчої картоплі є визначення способу садіння та відповідна підготовка поля під визначений спосіб садіння бульб.

При гребневому способі садіння, необхідно сконцентрувати увагу на операційній технології нарізання гребенів; при безгребневому – на операційній технології передпосівного обробітку ґрунту.

Вибір способу садіння бульбу картоплі зумовлений специфікою кліматичних умов регіону. За наявності достатньої кількості вологи чи використанні крапельного зрошення обирають гребневий спосіб садіння картоплі, у інших випадках – безгребневий.

Особливої уваги набуває операційна технологія нарізання гребенів. Таку технологічну операцію можливо проводити машинно-тракторними агрегатами на основі фрезерних культиваторів, що крім активних фрез дообладнані спеціальними гребенеутворювачами дискового чи відвального типу.

Сучасною агротехнікою встановлено рекомендовану висоту гребенів у межах 18...20см.

До переваг гребеневого способу садіння картоплі відносять можливість пришвидшити терміни початку садіння бульб на 6...7 днів в порівнянні з безгребневим способом садіння.

Для здійснення нарізання гребенів можливо використовувати фрезерні культиватори типу КВФ-2,8, КВФ-3, КВФ-4, КВФ – 8, чи закордонні культиватори РКЕ-300 (АМАС), U-332 (Famarol).

Не менш важливим елементом сучасних технологій вирощування промислової картоплі є перед посадочна обробка та підготовка насінневих посадкових бульб.

Посадковий матеріал картоплі при цьому ретельно перебирають, відбраковують бульби з наявністю механічних пошкоджень, гнилі, хвороб. Також вибраковують бульби з великими паростками.

Важливим елементом передпосівної підготовки бульб є їхнє прогрівання, така технологічна операція пришвидшує проростання бульб та сприяє більш рівномірному інтенсивному проростанню та розвитку рослин картоплі. В такому разі стійкість до хвороб та шкідників рослин картоплі підвищується в порівнянні з непророслими бульбами. Останнє особливо важливо при використанні у рослинництві ранніх сортів промислової картоплі.

При дотриманні перерахованих умов щодо передпосадкової підготовки картопляних бульб створюються сприятливі умови щодо максимального ефективного використання весняних помірних активних температур клімату; гарно споживається рослинами картоплі продуктивна волога, помірна температура сприяє рівномірному зростанню та пришвидшеному розвитку культурних рослин.

Наступним важливим елементом картопляних промислових технологій є внесення органічних та мінеральних добрив. Таке внесення повинно бути впершу чергу збалансовано відносно природної родючості ґрунту.

При використанні органічних та екологічно ощадних технологій у якості ефективного підживлення рослин картоплі доцільно використовувати

перегній ВРХ або свиней, що зберігався в спеціальних кагатах гарячим способом. При цьому у перегної під час самозігрівання гинуть збудники хвороб та шкідники культурних рослин.

Вірно підготовлений перегній є збалансованим органічним добривом, що містить низку мікро- та мікроелементів у складі поживних речовин для рослин картоплі.

Для отримання максимально можливих врожаїв та збереження родючості ґрунту норма внесення органічних добрив складає від 10...12Т/га на чорноземах до 15...18т/га на дерново-підзолистих ґрунтах.

Крім внесення органічних добрив тваринного походження, в сучасних технологіях виробництва картоплі досить ефективно використовуються операційні технології щодо вирощування та використання у якості органічного добрива рослин - сидератів.

Такі заходи у сівозмінах галузі рослинництва, в тому числі і у сівозмінах зі скороченими ротаційними періодами, призводять до сукупного внесення на гектар поля до 24...26т органічних добрив в перерахунку на перепрілий гній.

Провідними вченими Інституту картоплярства НААН рекомендовано застосування органічних технологій виробництва продовольчої картоплі та технологій з комбінацією щодо використання як органічних, так і мінеральних добрив.

Треба зауважити, що значне підвищення ефективності щодо внесення мінеральних добрив, відбувається при використанні точного дозування, елементів систем точного землеробства та прикореневого внесення мінеральних добрив з одночасною заробкою у ґрунт.

Одним з інноваційних елементів сучасних технологій вирощування та збирання картоплі є використання регуляторів росту культурних рослин.

Такій агротехнічний прийом дає змогу прискорювати ріст та росин та утворення бульб, підвищувати рівномірність розвитку рослин картоплі, підвищують стійкість картоплі до гербіцидів. Регуляторів

До таких регуляторів можна віднести Акварін, Вуксал Комбі, Екоплант, Нутривант Плюс [1,15].

Вагомим елементом картопляних технологій являється визначення оптимальних термінів садіння бульб для конкретного регіону. Ранні терміни садіння дають найкращі результати, але в такому випадку є одна умова – середньодобова температура у підготовленому до посадки картоплі шарі ґрунту не повинна бути нижчою за +6<sup>0</sup>. Останнє твердження є ознакою фізично дозрілого ґрунту. Для більшої частини регіонів Полтавської області такими сприятливими умовами щодо садінні бульб картоплі є кінець березня – більша частина квітня місяця.

Порушення агротехніки щодо садіння картопляних бульб, як способів садіння, так і агротехнічних термінів, призводить до зниження врожайності та якості картоплі за причинами інтенсивного розвитку хвороб рослин картоплі та зниження енергії росту таких рослин.

Виконання садіння картопляних бульб у більш пізній період призведе до дефіциту продуктивної вологи у ґрунті, а також до гальмування розвитку рослин підвищеними температурами навколишнього середовища.

Глибина садіння бульб картоплі за умови застосування гребеневого способу садіння повинна складати 8...10см; за умови застосування без гребеневого способу садіння – повинна складати 6...8см.

Зміна глибини садіння, при зміні способу садіння, зумовлена природними механізмами збереження вологи у родючому шарі ґрунту, накопиченні там розподіленні теплової сонячної енергії.

Безгребневий спосіб садіння бульб (рис.1.1(а)) використовують у регіонах з недостатньою кількістю вологості. Щодо збереження саме продуктивної вологи, то безгребневий спосіб садіння є найбільш оптимальним.

При застосуванні без гребеневого способу поверхневий шар ґрунту необхідно якісно розрихлити та вирівняти.



а

б

Рисунок 1.1 – Приклад застосування безгребеневого (а) та гребеневого (б) способу садіння картоплі.

Безгребеневий спосіб садіння картопляних бульб доцільно застосовувати при наявності відносно невеликих площ картопляного лану, при наявності супісчаних та пісчаних ґрунтів, при недостатньому зволоженні опадами регіону де вирощується картопля.

При можливості застосування інноваційних систем крапельного зрошування, в умовах, коли кількість опадів достатня для розвитку рослин картоплі і отримання високого врожаю, доцільно застосовувати гребеневий спосіб садіння бульб картоплі.

Застосування гребеневого способу є більш вигідним при механізованому процесі збирання картопляних бульб – застосування картоплезбиральних комбайнів.

На основі досвіду практичного вирощування продовольчої картоплі, зазначено, що оптимальною шириною міжрядь в залежності від соту картоплі та прийнятої агротехнології є ширина міжрядь 70...75см.

Така ширина міжрядь є адаптованою щодо впровадження індустріальних технологій вирощування картоплі.

За умови, коли кліматична зона регіону, де вирощується картопля, характеризується надмірними опадами, кількість вологи більша ніж

достатньо, то в такому випадку ширину міжрядь рослин картоплі встановлюють збільшеною до 90см.

Міжряддя зі змінною шириною, наприклад 60см-80см, що чергуються, можливо використовувати для створення технологічних колій щодо руху трактора та сільськогосподарських машин під час механізованих виробничих процесів технології вирощування картоплі.

Щодо рекомендованих сучасною агротехнікою норм садіння бульб картоплі, то на визначення такої норми безпосередньо впливає сорт картоплі, наявність поживних елементів та кількість продуктивної вологи у ґрунті, кислотність ґрунту, щільність ґрунту. Та ін...

У випадку коли перераховані умови є оптимальними щодо рослин картоплі, то норма садіння рекомендується у діапазоні 60 000...70 000 шт/га. Така норма садіння картопляних бульб забезпечує відстань рослин у рядку в межах 20...25см.

За умови вирощування продовольчої картоплі на сільськогосподарських угіддях в агрокліматичних зонах з недостатнім природнім зволоженням, тоді інтервал між рослинами у рядках картопляного поля збільшують до 30...35см. Відповідно, норма садіння картопляних бульб у цьому варіанті буде зменшена до 50 000 шт./га.

Догляд за рослинами картоплі під час вегетації складається з низки операційних технологій механічного та хімічного характеру:

- Виконується досходове та післясходове боронування посадженої картоплі, при цьому використовуються легкі посівні зубові або післяпосівні голчасті підпружинені борони з метою розпушування поверхневого шару ґрунту, знищення пророслих бур'янів, руйнування поверхневої курки ґрунту, що особливо швидко утворюється після дощу.

Прикладом застосування таких сільськогосподарських машин є борони марок: ЗОР-0,7; ЗВП-0,6; ЗБЗСС-1,0.

- Механічний догляд за посадженою картоплею під час проростання та вегетації рослин здійснюється за допомогою просапних культиваторів чи

комбінованих сільськогосподарських агрегатів просапного призначення. До таких машин слід віднести УСМК-5,4Б і УСМК-5,4В, КРН – 4,2, а також сучасні аналоги закордонного виробництва. Використання просапних культиваторів здійснюється при застосуванні в операційних технологіях картоплярства безгребеневого способу садіння картопляних бульб. Знищення бур'янів, розпушування ґрунту, підгортання рослин картоплі, боронування поверхневого шару ґрунту в такому випадку здійснюється різноманітними механічними робочими органами.

- Щодо гребеневого способу садіння картопляних бульб, то форма та геометричні параметри гребенів формуються в основному за допомогою активних фрез чи пасивних дисків, клиноподібних сошників. Захист рослин при застосуванні такого способу можливо виконувати як механічними робочими органами, так і хімічним способом. На практиці, при застосуванні гребеневого способу садіння картопляних бульб, хімічний спосіб догляду за посадженими рослинами картоплі переважає.

Не можливо оминати особливості вирощування та збирання картоплі, як монокультури. При посадці картоплі на одному й тому ж полі декілька років імовірність та ступінь зростання рівня захворювань, наприклад на фітофторози, поверхневі гнилі, чи інші захворювання досягає повного знищення врожаю.

Розповсюдження шкідників в такому випадку має пандемічну картину, дротяники, колорадські жуки, нематоди суттєво знищують картопляне поле. І в тут, на жаль дуже мало хто обходиться без застосування хімічних засобів боротьби.

Але позитивними тенденціями останніх технологій є те, що кількість застосованих у виробництві отрутохімікатів, їхня токсичність для людини і оточуючого середовища, постійно зменшується. Впроваджуються і альтернативні методи боротьби зі шкідниками та хворобами – застосування препаратів природного біологічного походження. На жаль, практика щодо останнього в нашій країні мало розповсюджена.

Щодо застосування більшої кількості пестицидів, то його проводять у терміни початку максимального масового виходу личинок колорадських жуків. Як правило, це 10...15 червня поточного року.

Фаза розвитку рослин картоплі в такий період – початок появи бутонів. Така фаза є більш вразливою відносно пошкодження рослин картоплі шкідниками.

Важливим є те, особливо при вирощуванні ранніх сортів картоплі, що останню хімічну обробку будь-якими хімічними препаратами необхідно закінчити за 27...36 днів до початку виконання комплексу збиральних робіт.

Ще один пандемічний шкідник – нематода. Шкідник знаходиться у ґрунті, розвивається у пошкоджених бульбах, яйця зберігаються у ґрунті. Щодо боротьби з таким шкідником, то це повна заміна посадкового матеріалу, обов'язкове використання сівозмін, де повернення картоплі на те саме місце відбувається не раніше за три роки, використання на полях, де була картопля таких культур, як рання чи пізня капуста, огірки, горох, жито, кукурудза, ячмінь, гречка.

Також в останній час можливо застосовувати сорти картоплі, що є стійкими до нематод.

Щодо домінуючих грибкових захворювань, то на картопляному полі у наших регіонах значної шкоди завдають фітофторози та спаріози. Такі захворювання призводять до гниття бульб та всієї рослини загалом. Засобами боротьби з такими грибковими захворюваннями є обробка насінневого матеріалу, паростків картоплі протигрибковими препаратами, дотримання сівозмін, вибір раціонального способу садіння бульб, використання стійких до грибкових захворювань сортів.

Відповідальним та заключним етапом в сучасних промислових технологіях вирощування картоплі є збирання бульб. При виконанні операційних технологій щодо підготовки картопляного лану до збиральних робіт, здійснюють механічне знищення бур'янів, у разі потреби попереднє розпушування ґрунту близь захисних зон рядків картоплі.

При виконанні збиральних робіт значну перевагу мають комбайнові способи збирання картоплі з вивантаженням у транспортні засоби.

Бюджетною альтернативою комбайнового збирання картоплі є використання картоплекопачів з очисними грохотами. В такому випадку картоплю необхідно збирати з поверхні поля.

## 1.2 Огляд сільськогосподарських машин для садіння картоплі

В першому пункті нашого магістерського дослідження нами було визначено, що одною з головних відносно системи технологічних операцій щодо промислового виробництва товарної картоплі є технологічна операція садіння бульб.

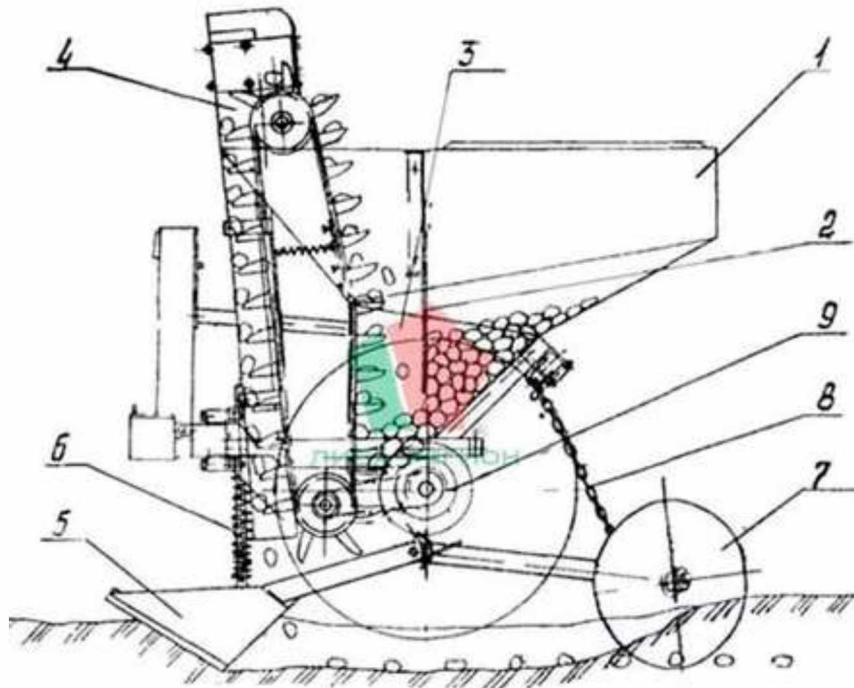


Рисунок 1.2 – технологічна схема садіння бульб картоплі механічною картоплесаджалкою: 1 – бункер для завантаження бульб картоплі; 2- шибер бункера; 3 - зона живлення садильних апаратів бункера; 4 – ложковий транспортер; 5 – сошник картоплесаджалки; 6 – стійка сошника; 7 – дисковий окучник – загортач борозни; 8 – ланцюг; 9 – привід садильного апарату від опорних коліс картоплесаджалки.

При застосуванні як гребеневого, так і безгребеневого способу садіння бульб, використовуються механічні картоплесаджалки. Приклад

технологічної схеми роботи картоплесаджалки щодо садіння бульб зображено на рис.1.2.

Технологічний прес садіння бульб за допомогою картоплесаджалки типу КС-2 або її закордонних аналогів відбувається наступним чином. Попередньо підготовлені до садіння бульби картоплі завантажують у бункер 1. Шарове надходження бульб у зону садильних апаратів відбувається за допомогою шиберної задвижки 2. Далі бульби картоплі по одній штуці захвачуються ложечками садильних апаратів в зоні 3 і подаються до зони роботи клиноподібних сошників 5 за допомогою ложкових транспортерів 4. Привід садильних апаратів відбувається за допомогою опорних коліс картоплесаджалки 9.



Рисунок 1.3 - Загальний вигляд картоплесаджалки, що використовувалась як об'єкт удосконалення в нашій магістерській роботі.

Загальний вигляд картоплесаджалки типу КС-2, КС-2Т що використовувалась як об'єкт удосконалення в нашій магістерській роботі, подано на рис.1.3.

Якщо обсяг посадкових площ вирощування картоплі значний, то при виконанні технологічної операції садіння бульб можливо застосовувати більш

потужні картоплесаджалки провідних світових виробників: фірми як «Grimme», «Cramer», «Kverneland», «Netaqco» (рис.1.4).



Рисунок 1.4 – Загальний вид картоплесаджалки фірми «Grimme», що призначена для одночасного садіння 4-х рядків бульб.

Так, наприклад вид картоплесаджалки фірми «Grimme» (рис.1.4), доцільно використовувати при гребневому способі садіння бульб. Такі сільськогосподарські машини, як правило, обладнані від чотирьох до шести садильними апаратами. Технологічне регулювання ширини міжрядь можливо здійснювати в діапазоні 70...90см.

В наш час пропозиція на ринку сільськогосподарської техніки щодо садіння картопляних бульб досить потужна – більше десяти різновидів таких машин можливо придбати та використовувати в Україні.

Основними технічними, технологічними та конструкційними відмінностями таких машин є відмінності щодо механічної трансмісії садильних апаратів; конструкційними особливостями та технологічними

характеристиками транспортерів для переміщення посадкових бульб; об'ємами бункерів для картоплі; типами та конструкційними особливостями робочих органів – сошників, загортачів борозен; комп'ютерними системами контролю технологічного процесу садіння бульб.

Треба зауважити, що також є можливість використання більш дешевих картоплесаджалок КСМ-4, КСМ-6 («Лідасільмаш»), але суттєвим недоліком таких машин є те, що вони мають низький коефіцієнт технічної надійності, при цьому садильні апарати своїми робочими органами пошкоджують посадкові бульби.

Закордонні європейські зразки в цьому відношенні мають набагато кращі технічні та технологічні характеристики, наприклад, гарними технологічними властивостями зарекомендували себе садильні апарати фірми «Cramer». Технологічне виконання таких садильних апаратів містить елементи стрічкового транспортеру зі спеціальними ложечками для поодиноких бульб. Стрічковий транспортер обладнаний струшувачем.

Для виконання якісного технологічного процесу садіння бульб середніх розмірів доцільно використовувати картоплесаджалки, що обладнані дозувально-садильними апаратами серії «Junior». У випадку садіння більш дрібних фракцій посадкового матеріалу картоплі - пропонуються до використання садильні апарати серії «Marathon». Тут грає ключову роль конструкції кожної ложечки стрічкового транспортеру садильних апаратів. Вона виконана таким чином, щоб розміщувати та транспортувати тільки одну картоплину. Останній фактор технологічного процесу є домінуючим, так як від нього залежить рівномірність розподілу посадкових бульб по площі поля і якість операційної технології садіння бульб взагалі.

В наш час якісний контроль та управління технологічними процесами механізованого садіння картопляних бульб не можливо виконувати без застосування сучасних комп'ютеризованих систем контролю і автоматики. До одної з таких систем належить комп'ютерна система, що має гідроелектричне регулювання фірми «Netaqco».

Інформація, що описує кількісні та якісні показники технологічного процесу, садіння картоплі, виводиться на центральний дисплей системи, що розташований у кабіні трактора. Тут можливо здійснювати також необхідні технічні та технологічні регулювання в автоматичному режимі.

Значну перевагу в сучасних технологіях садіння картоплі мають картоплесаджалки з посадковими апаратами, що адаптовані для садіння пророщеної картоплі. При цьому значна увага приділяється вирішенню технічної проблеми щодо мінімізації ступеня пошкодження паростків бульб картоплі при садінні. На картоплесаджалках фірми «Structurat» така технологічна задача вирішується шляхом застосування робочих органів дозувального апарату та транспортеру з прорисованими м'якими поверхнями та підпружиненими спеціальними роликами.

Позитивною альтернативою щодо зменшення ступеня пошкодження садильного матеріалу відрізняються і садильні апарати картоплесаджалок «Koningsplanter» «NP Koning». Тут використовується стрічково-стрижневий тип дозувальних садильних апаратів та спеціальне гумове полотно стрічкових транспортерів.

Щодо пророщених та непророщених бульб, то обидва варіанти задовільного технологічного процесу садіння може задовольнити картоплесаджалка фірми Grimme марки «VL20V/VL20RB» рис1.4. Для здійснення таких технологічних вимог бункер картоплесаджалки сконструйовано відносно невеликого об'єму та обладнано стрічковим дном.

Вітчизняні машинобудівні підприємства сільськогосподарського призначення проектують та виготовляють картоплесаджалки, що в своїй більшості обладнані дозувально-садильними механізмами з ложково-транспортерними робочими органами.

Загальноприйнятими доволі поширеними та уніфікованими картоплесаджалками українського виробництва є машини для одночасної посадки картопляних бульб у дворядний чи чотирирядний спосіб.

Переважаюча загальноприйнята за вимогами національних технологій картоплярства ширина міжрядь при цьому складає 70см.

На проєктному конструкторському бюро «Прогрес» було розроблено доволі конкурентоспроможні в діапазоні ціна-якість картоплесаджалки КС-2Т, КС-4Т. На публічному акціонерному товаристві «Львівсільмаш», розроблено картоплесаджалки КС-2, КС-4.

Цікавим агротехнічним прийомом останнього часу є те, що деякі європейські виробники продовольчої картоплі з метою прискорення процесів прогрівання поверхневого шару ґрунту в зоні садіння картоплі накривають місця майбутніх рядків артопляних рослин плівкою. В такому випадку є виробники, наприклад фірма Екко, яка виготовляє спеціалізовані машини та механізми для механізованого процесу розстилання плівки ЕМ-2-100 по площі поля в зонах майбутніх рядків. На плівко розкладальній машині плівка розмотується зі спеціальних барабанів, укладається по поверхні гребенів поля та частково пригортається ґрунтом спеціальними загортачами. Таку машину можливо використовувати і для зворотнього процесу прибирання плівки з поля. У разі виникнення виробничої необхідності, одночасно можливе розмотування та укладання двох плівок одночасно.

### **1.3. Актуальність теми та обґрунтування обраного напрямку досліджень**

Наведені оглядові дослідження в попередніх пунктах дають змогу виділити основні, на нашу думку, процеси подальшого розвитку технологій у картоплярстві та удосконалення робочих органів картоплесадильних машин.

Цікавим напрямом і метою наукових досліджень у нашій роботі є удосконалення технологічного процесу садіння картоплі за рахунок суміщення технологічних операцій безпосередньо садіння бульб та досходового боронування при гребневому та безгребневому способах вирощування такої сільськогосподарської культури.

При суміщенні технологічних операцій садіння з боронуванням можливо отримати додаткове збереження продуктивної вологи, зменшити витрати палива та кількість проходів машинно-тракторних агрегатів по полю. При вирішенні поставлених завдань нами пропонується використовувати голчасті роторні борінки, що виготовлені та удосконалені власними зусиллями (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Експериментальні голчасті роторні борінки, що розглядаються як об'єкт дослідження та удосконалення за темою магістерської роботи.

Експериментальні голчасті роторні борінки, що розглядаються як об'єкт дослідження та удосконалення за темою магістерської роботи, кріпляться на додаткових штангах та ланцюгах картоплесаджалки. Їх планується використовувати при гребневому садінні бульб. Тому, вважаємо, що обрана тема нашого магістерського дослідження є важливою та актуальною в умовах сучасного розвитку промислового картоплярства.

## 2. МЕТОДИКА І ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Методика теоретичного дослідження

Теоретичні дослідження щодо даної магістерської роботи, представлено використанням методики обґрунтування інженерно-технологічного рішення за рахунок визначення інтегрованого критерію «за відстанню до цілі». Основна ідея такого методу полягає у оцінці ступеня наближення до умовно - ідеалізованого варіанту кращого з існуючих оціночних альтернатив.

Методичними складовими даного методу пропонувано оцінювальні характеристики множини існуючих варіантів порівнювати з умовним ідеальним варіантом. При цьому аналітично чи графічно можливо визначити відстань до цілі  $\mu$ . Варіанти з мінімізованими  $\mu_{\min}$  вважаються найкращими. Ідеалізований варіант –  $\mu = 0$ .

Відстань до цілі:

$$\mu = \frac{1}{N} \cdot \sum \left( \frac{U_i}{U_0} \right) - 1, \quad \mu \rightarrow 0 \quad (2.1)$$

де: N – кількість критеріїв;

$U_i$  – значення варіанту і-го критерію;

$U_0$  – значення ідеалізованого варіанту (з найкращим значенням критерію і).

Щодо вирощування та збирання картоплі, то як приклад застосування пропонуваного методу, розглянемо варіант з передпосадковою суцільною культивуацією. Обрані порівнювальні критерії:

- робоча продуктивність W га/зміна;
- обернені сукупні енергетичні витрати,  $f_e$ , га/ МДж;
- оберненій показник шкідливого впливу технології,  $E_{ш}$ , га/МДж;
- питома витрата палива,  $f_{п}$ , кг/га.

1) К-701+КПС-4:

$$\mu_1 = \frac{1}{4} \cdot \left( \frac{65,3}{65,3} + \frac{0,2273}{0,357} + \frac{1,784}{1,876} + \frac{350,8}{50,87} \right) - 1 = 1,370916$$

2) Т-150К+КПС-4:

$$\mu_1 = \frac{1}{4} \cdot \left( \frac{43,4}{65,3} + \frac{0,2381}{0,357} + \frac{1,826}{1,876} + \frac{400,7}{50,87} \right) - 1 = 1,545465$$

3) Т-150К+КШУ-12:

$$\mu_1 = \frac{1}{4} \cdot \left( \frac{39}{65,3} + \frac{0,2703}{0,357} + \frac{1,799}{1,876} + \frac{370,7}{50,87} \right) - 1 = 1,400136$$

4) ХТЗ-200+АКП-5:

$$\mu_1 = \frac{1}{4} \cdot \left( \frac{32,2}{65,3} + \frac{0,357}{0,357} + \frac{1,831}{1,876} + \frac{301,6}{50,87} \right) - 1 = 1,09956$$

За результатами теоретичних розрахунків, нами отримано, що з наведених чином, з чотирьох порівнюваних машинно-тракторних агрегатів, кращим вийшов агрегат ХТЗ-200+АКП-5. Інтегрована відстань до цілі в такому варіанті виявилася найменшою.

Щодо запропонованого методу, то багатокритеріальну методика вибору машинно-тракторних агрегатів «За відстанню до цілі», можливо подати і у графічній інтерпретації.

Графічне представлення в такому випадку буде у вигляді кругової діаграми з числом координатних осей, що співставні з числом порівнювальних параметрів машинно-тракторних агрегатів.

При поєднанні значень відповідних порівнювальних критеріїв на побудованих осях кругової діаграми, отримуємо багатокутники неправильної форми. Винятком є правильний багатокутник з одиничними значеннями параметрів по осям координат – це графічне відображення ідеалізованого варіанту.

Обов'язковою умовою, щодо застосування даного методу, є узгодженість та одномірність порівнюваних показників.

Щодо узгодженості, то покращення або погіршення порівнюваних показників машинно-тракторних агрегатів повинно бути здійснюване в одному напрямку.

Щодо одномірності, то з метою відносно доцільного графічного відтворення різнопланових за фізичними величинами показників, значення кожного з них ділять на відповідні показники ідеалізованого варіанту і переходять таким чином у відносні одиниці вимірювання.

В такому випадку, щодо узагальненого критерію «за відстанню до цілі  $\mu$ », то останній обраховується відношенням площини  $\Pi$   $i$ -го варіанту до площі ідеалізованого.

$$\mu_i = \frac{\Pi_i}{\Pi_0}, \mu \geq 1 \quad (2.2)$$

Порівняння відбувається за величинами площ побудованих багатокутників, що відтворюють характеристики реальних порівнювальних машинно-тракторних агрегатів. Відносні значення по осям координат обрані параметри порівнювальних машинно-тракторних агрегатів.  $K_i$ .

$$\Pi = \Sigma \Pi_i, \Pi_i = \frac{1}{2} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (2.3)$$

При використанні пропонованої методики, необхідно не забувати, що абсолютні порівнювальні показники можуть відрізнятися як якісно за вагомістю оцінювання, так і кількісно – більше ніж на порядок.

А величини  $\Pi_i$  і  $\mu$ , залежать навіть від взаємного розташування критеріїв на графіку. Запропонований метод відносного вимірювання порівнювальних параметрів може бути частково викривлений навіть взаємним їхнім розташуванням.

Необхідно також відмітити, що використання графічного методу є більш наочним але менш точним, чим використання аналітичного методу:

$$\Pi_1 = \frac{1}{2} \cdot (0,00285 \cdot 65,3 + 65,3 \cdot 0,2273 + 0,2273 \cdot 1,784 + 1,784 \cdot 0,00285) = 7,719712$$

$\Pi_2 = 5,4405$	$\mu_1 = 7,7197/12,651 = 0,61$
$\Pi_3 = 5,5690$	$\mu_2 = 0,43$
$\Pi_4 = 6,13265$	$\mu_3 = 0,44$
$\Pi_0 = 12,651$ (ідеал)	$\mu_4 = 0,48$

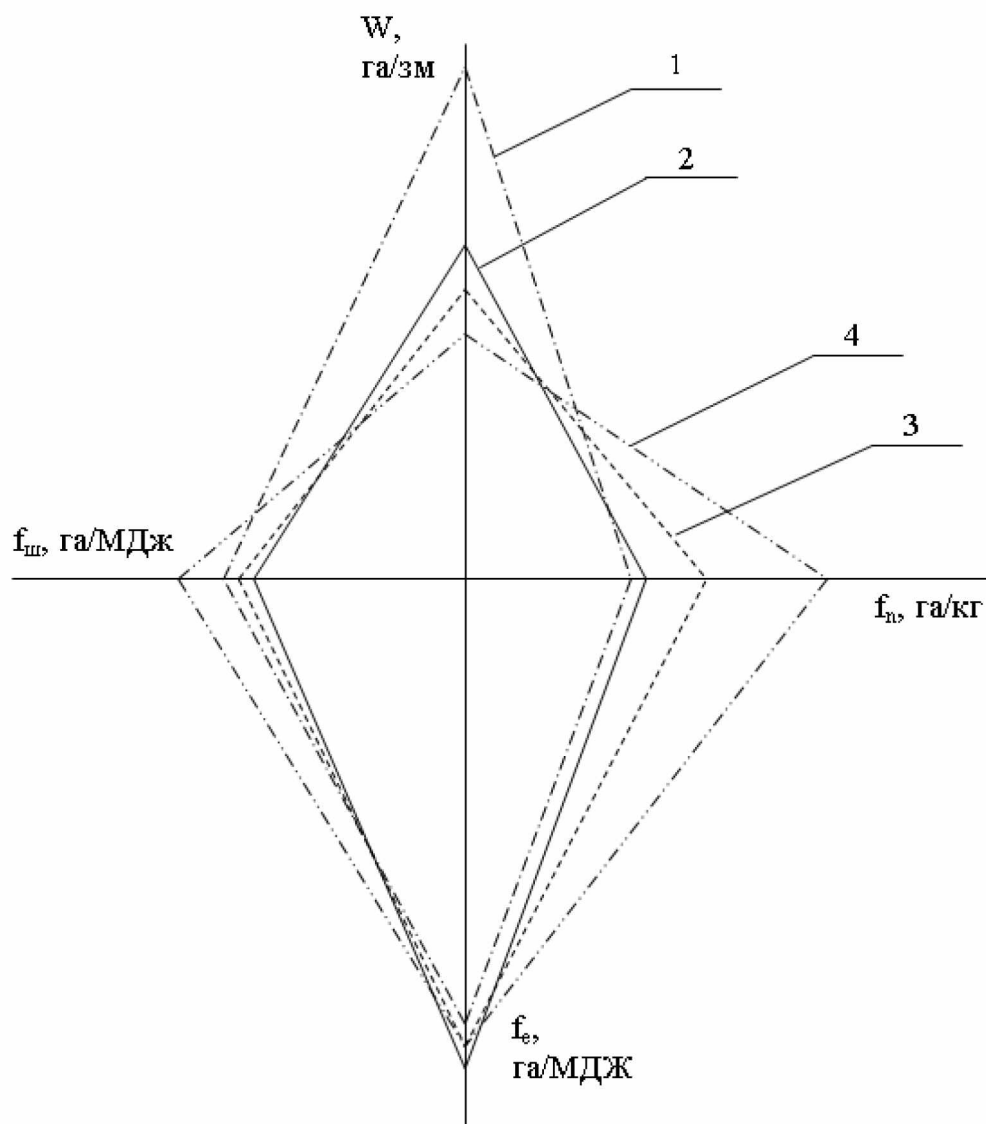


Рисунок 2.1 - Графічний метод вибору машинно-тракторних агрегатів для виконання операційної технології передпосадкової обробки ґрунту.

## 2.2. Методика експериментального дослідження

Методичні та методологічні аспекти експериментальних досліджень в нашій магістерській роботі направлені на планування та виконання програми багатофакторного експерименту [10].

Керовані, некеровані та вимірювальні експериментальні фактори, ступінь вагомості взаємозв'язків, між якими необхідно визначити вагомість взаємозв'язків.

Наочне зображення багатофакторного експерименту можливо здійснювати у вигляді «чорного ящика», яка запропонована Н. Вітером [15], (рис.2.2)

Основна експериментальна частина роботи присвячена плануванню та проведенню багатофакторного експерименту по визначенню якості досходового боронування через вимірювання фракцій грудочок ґрунту як ступеня розпушування.

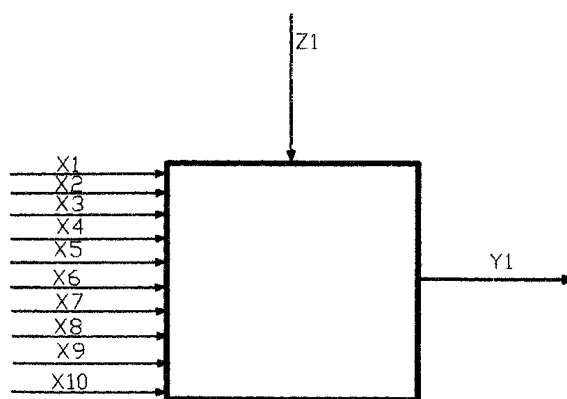


Рисунок. 2.2 – Схема чорного ящика

Мета експериментальної частини нашого наукового дослідження – віднайти кращі технічні та технологічні параметри якості операційної технології після садильного боронування поверхні ґрунту.

Для проведення експерименту нами було обрано картоплесаджалку КС-2, що дообладнана експериментальними голчастими борінками (рис.2.3).

Конструкція експериментальних голчастих борінок призначена для здійснення післясадильного боронування картопляного поля при гребневому способі садіння таких сільськогосподарських культур.

При розробці програми експериментального дослідження, а саме - проведення двофакторного експерименту, нами визначено як незалежні досліджувані фактори, які можливо змінювати під час проведення експериментів – глибина боронування поверхневого шару ґрунту голками ротаційних голчастих борінок; робоча швидкість руху машинно-тракторного агрегату.

Вихідним параметром щодо оцінювання якості післяпосадкового боронування є ступінь розпушування поверхневого шару ґрунту та збереження формоутворення гребенів.

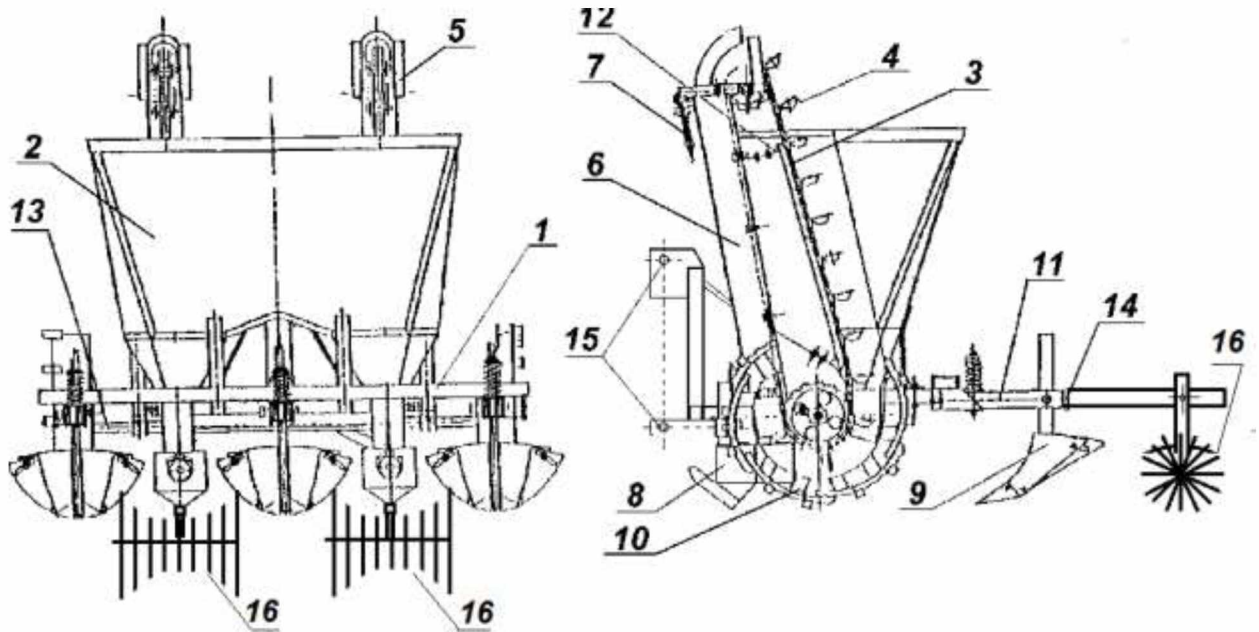


Рисунок 2.3 – Схема дообладнання навісної картоплесаджалки типу КС-2Т ротаційними голчастими борінками з метою суміщення технологічних операцій садіння бульб та післяпосадкового боронування гребенів: 1 – рама; 2 – бункер; 3 – ложечковий транспортер; 4 – черпак; 5 – верхня частина садильного арату; 6 – труба для струшування; 7 – ланцюговий натяжний пристрій; 8 – полозовий сошник; 9 – полицевий загортач; 10 – опорне колесо; 11 – гряділь; 12 – струшувальний агрегат, 13 – трансмісія посадкового механізму; 14 – тримачі; 15 – елементи підвіски.

Окремо було проаналізовано можливим місця монтажу роторних голчастих борінок. При цьому враховано:

- створення технічних та конструкційних умов для забезпечення вільного переміщення у вертикальній площині голок ротаційних голчастих борінок;
- мінімально - можливі відхилення відносно повздовжніх осей гребенів картопляного поля з метою збереження формоутворюючого профілю гребенів;

- відносно просте конструкційне рішення щодо монтажу-демонтажу секцій дискових голчастих борінок з метою їхньої технологічної та технічної наладки та обслуговування;
- дообладнання картопледжалки КС-2Т дисковими голчастими борінками без значної зміни основних технічних та конструкційних параметрів самої картопледжалки;
- геометричні габаритні розміри та вага дискових голчастих борінок, співставна з глибиною боронування та профілем гребенів картопляного поля.
- використання дискових (роторних) робочих боронувальних органів – дискових голчастих борінок пасивного типу з метою виконання вимог енергоощадних технологій сільськогосподарського виробництва;
- сукупний опір тяговому зусиллю трактора від використання у якості додаткового причіпного навантаження голчастих дискових борінок не повинен стати причиною відхилення в траєкторіях пуху вздовж рядків картопледжалки.

Треба також визначити допустимий діапазон зміни швидкості руху картопледжалки при садінні бульб. В межах визначених агротехнічних вимог, такий діапазон становить 4...8 км/год.

З врахуванням сучасних агротехнічних вимог щодо операційної механізованої технології садіння картопляних бульб, встановлюємо граничні значення незалежних факторів щодо проведення двофакторного експерименту:

- обраний спосіб садіння – гребеневий (профілеутворюючий, адаптований до застосування сучасних систем крапельного зрошення);
- глибина загортання бульб 6...8см;
- глибина входження голок дискових борінок – 3...5см.
- швидкість руху машинно-тракторного агрегату –4...8 км/год.

Введемо позначення змінних вихідних факторів, які за програмою експериментального дослідження можливо змінити в межах визначених діапазонів та виміряти кількісно:

X1 – глибина боронування поверхневого шару ґрунту голчастими борінками;

X2 – швидкість руху машинно-тракторного агрегату, наприклад трактор ЮМЗ-6КЛ+картоплесаджалка КС-2Т.

Оцінювальний щодо якості проведення борону вальної операції буде фактор Y1 – визначений як якість рихлення поверхневого шару ґрунту. Визначається такий фактор вимірюванням середнього поперечного діаметру грудочок боронованого поля.

Отже, модель двофакторного експерименту можливо визначити функціональною залежністю у вигляді:

$$Y1 = f(X1, X2) \quad (2.4)$$

Для виконання умови щодо отримання достатнього рівня достовірності експериментальних даних, необхідно виконати не менше десяти повторностей кожного вимірювального кількісного параметра при проведенні експериментальних досліджень. Такі вимірювання повторюємо при кожному змінюванні незалежних вхідних факторів X1 та X2.

Науково-експериментальною програмою нашого дослідження заплановано користування спеціальними та універсальними засобами вимірювання – до таких технічних вимірювальних засобів відносять вимірювальне обладнання, що має нормативні погрішності, і впроможі відображати необхідну кількісну інформацію щодо експериментального дослідження. До таких засобів відносять вимірювальні загальнотехнічні і спеціальні вимірювальні інструменти та прилади.

При визначенні експериментальної частини поля та її розмічування щодо садіння картоплі з одночасним боронуванням за допомогою машинно-тракторного агрегату ЮМЗ-:КЛ+КС-2Т+експериментальні борони, враховано довжину залікових смуг, ширину картоплесаджалки, довжину технологічних смуг, які необхідно чергувати з заліковим для проведення технологічного переналагодження машинно-тракторного агрегату, кількість

повторень кожного етапу експериментальних досліджень. Тому, нами пропоновано:

- залікова ширина експериментальної смуги поля співставна з робочою шириною захвату картоплесаджалки КС-2Т – 1,5м;
- довжина експериментальної смуги загальна – приблизно 200м;
- довжина смуги для одного залікового вимірювання – 10м (рис.2.4).
- довжина смуги для технологічних зупинок – 7м.

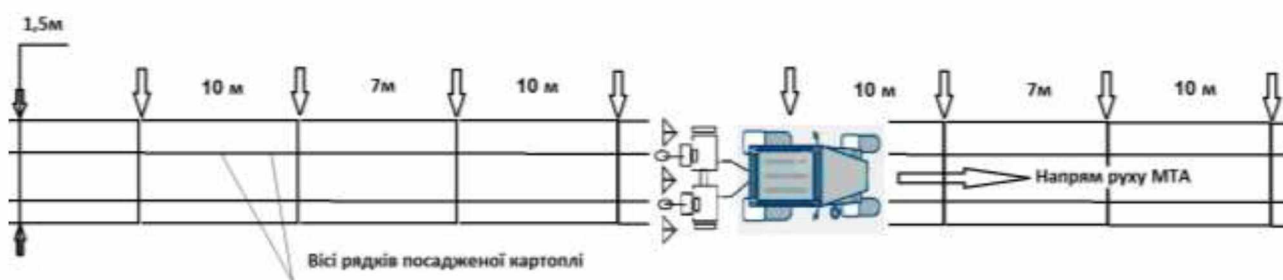


Рисунок 2.4 – Технологічна схема щодо проведення програми експериментальних досліджень по визначенню кращих технічних та технологічних параметрів післяпосадкового боронування.

Кількісні та якісні характеристики щодо отримання експериментального дослідження були зафіксовані в журналі експериментальних досліджень.

Специфічними та доволі затратними щодо трудових ресурсів, були експерименти по визначенню впливу вологості на якість досходового боронування.

Вологість в нашому випадку, розглядається як незалежний фактор, що можливо виміряти та неможливо змінити під час проведення експериментального дослідження.

При проведенні експериментального дослідження вплив вологості на якість досходового боронування можливо вивчати тільки за допомогою статистичних спостережень.

Відповідно, частина експериментального дослідження, пов'язана з вивченням впливу вологи на якість післяпосадкового боронування за

допомогою проведення статистичних спостережень. Тому програмою експериментального дослідження частина даних була зібрана у посушливий період, а частина – після опадів.

Вологість ґрунту можливо визначити за відомими методиками. [1,15].

Щодо методики безпосереднього визначення основних показників проведення оцінки якості боронованого ґрунту, то якість післясходового боронування визначається за такими показниками:

- глибина ходу голчастих робочих органів;
- ступінь збереження формоутворення гребенів картопляного ґрунту;
- кількісні фракції грудочок – агрегатів обробленого ґрунту.

Щодо агротехнічних вимог, то технологічні механізовані операції по проведенню досходового боронування поверхневого шару ґрунту необхідно виконати у скорочені агротехнічні терміни при виконанні умов щодо настання фізичної стиглості ґрунту.

Боронувальні операції на полі середнього розміру необхідно виконати максимум за три світові дні. Пришвидшення механізованих робіт з боронування поверхневого шару ґрунту пов'язане з інтенсивністю випаровування продуктивної вологи з поверхневого шару ґрунту за умови формування поверхневої кірки та підвищення середньодобових температур.

Ступінь вірності утворених гребенів при посадці бульб картоплі можливо визначити за допомогою профілеміра.

При комплексній оцінці якості боронованої частини поля не повинно бути пропущених ділянок, огріхів, нагортання шарів ґрунту, наявність борозен від невірно проведеної технологічної наладки посадкового та боронувального агрегатів.

Значна частина пророщених бур'янів у фазі білої ниточки повинна бути знищена механічним способом.

Щодо визначення середньої глибини оброблення поверхневого шару ґрунту боронуванням, то її необхідно виміряти у десяти місцях діагонально

відносно оброблених смуг картопляного поля. Рекомендована агротехнічним и вимогами глибина боронування складає 3...5см.

Щодо геометричного середнього розміру грудочок боронованого ґрунту, то таке геометричне значення рекомендовано в межах 3-4 см. Комковатість обробленого шару ґрунту визначаємо з десятикратною повторністю шляхом оцінювання агрегатного стану обробленої частини поля в умовному розмірі один метр на один метр.

Також ми будемо визначати відносну вологість розпушеного поверхневого шару ґрунту шляхом зважування фіксованого обсягу проби ґрунту в зоні контролю до і після повного висушування у сушильній шафі.

Кількісне значення вологості розраховується за формулою:[1,15]:

$$W=(A/B)\cdot 100\%, \quad (2.1)$$

де  $W$  – відносна вологість ґрунту, %;  $A$  - випарувана маса води, г;  $B$  - маса зразка сухого ґрунту.

Введемо позначення щодо двофакторного експерименту:

Множина  $X_1$  – числові значення глибини обробки поверхневого шару ґрунту дисковою голчастою борінкою;

$X_2$  – значення відносної вологості ґрунту;

$X_3$  – значення швидкості руху машинно-тракторного агрегату.

$Y_1$  вихідний оцінювальний параметр щодо якості операційної технології післяпосадкового боронування картопляного поля.

Таким чином, методичні та методологічні основи програми сучасних наукових досліджень побудовані на багаторічних спостереженнях природних явищ та процесів а також перевірці теоретичних припущень та гіпотез.

Щодо розробленої програми експериментального дослідження, то в даній роботі вона містить елементи оптимального експерименту та направлена на зменшення як затрат праці, так і фінансових затрат на проведення таких досліджень.

### 3. Результати досліджень

#### 3.1. Результати теоретичного дослідження

Згідно з методичними рекомендаціями другого розділу – методиками здійснення інженерно-технологічного рішення за пошуком кращого варіанту з існуючих альтернатив на основі комплексного порівняння декількох критеріїв проведемо такі теоретичні дослідження відносно вибору кращого варіанту картоплесаджалки з урахуванням умов для фермерського господарства з площею посадки картоплі – 10га.

Порівнювані альтернативи:

- Картоплесаджальна машина КС-2;
- Картоплесаджальна машина КС-2Т;
- Картоплесаджальна машина «Grimme»;
- Картоплесаджальна машина «Бомет S 239».

При цьому до основних характеристик (порівнювальних параметрів картоплесаджалок) віднесемо:

- вартість придбання, грн.;
- необхідну потужність трактора щодо агрегування картоплесаджалки, КВт;
- витрата палива садильним машинно-тракторним агрегатом, кг/га;
- маса картоплесаджалки, т.

Щодо використання аналітичного методу за декількома критеріями по визначенню «умовної відстані до цілі», то необхідно обчислити інтегральний критерій.

При цьому визначається умовний штучний ідеалізований варіант, що наділений кращими показниками з існуючих параметрів реальних машин. Наприклад картоплесаджалка з найбільшою продуктивністю та найменшою вартістю є ідеалізованим варіантом але не існує у реальному житті.

Далі необхідно визначити напрям покращення порівнювальних критеріїв – в сторону збільшення чи в сторону зменшення. Наприклад

витрата палива для машинно-тракторного агрегату по садінню картопляних бульб, як і для інших машинно-тракторних агрегатів, покращується у сторону зменшення, а продуктивність покращується у сторону збільшення. Тому необхідно провести узгодження критеріїв застосуванням обернених величин: одиницю поділимо на витрату палива – такий критерій покращується у сторону збільшення.

Необхідно обрахувати показники усіх варіантів, порівняти їх з ідеалізованим варіантом і визначити відстань до цілі  $\mu$ .

В залежності від того, вирішується задача на максимум чи на мінімум,  $\mu=1$ , чи  $\mu=0$ .

Розрахунок по визначенню «відстань до цілі», при покращенні оцінюваних критеріїв в напрямку зменшення [2]:

$$\mu = \frac{1}{N} \cdot \sum \left( \frac{U_i}{U_0} \right) - 1, \quad \mu \rightarrow 0 \quad (3.1)$$

де:  $N$  – кількість порівнюваних оціночних критеріїв;  $U_i$  – числове значення з варіантів  $i$ -го критерію;  $U_0$  – числове значення оціночних критеріїв ідеалізованого штучного варіанту.

Розрахунок по визначенню «відстань до цілі», при покращенні оцінюваних критеріїв в напрямку збільшення [2]:

$$\mu = \frac{1}{N} \cdot \sum \left( \frac{U_0}{U_i} \right) - 1, \quad \mu \rightarrow 1 \quad (3.2)$$

Відповідно до наших вихідних даних задача щодо багатокритеріального оцінювання різних варіантів з поданих альтернатив буде вирішуватися в сторону зменшення, тому оберненими значеннями будуть: питома потужність та коефіцієнт технічної надійності.

Розрахунки проводимо за допомогою комп'ютерних програм – електронні таблиці Microsoft Excel, результати розрахунків подаємо у графічному вигляді – у вигляді пелюсткових діаграм.

Будуємо пелюстковий графік з числом осей координат, що дорівнює числу порівнюваних критеріїв досліджуваної сільськогосподарської техніки – машин для садіння картоплі.

Перевіряємо узгодженість критеріїв – в нашому варіанті покращення багатокритеріального вибору по «відстані до цілі» відбувається в сторону зменшення, тому ідеалізований штучно змодельований варіант технічного рішення буде відповідати багатокутнику з найменшою площею.

При відображенні по осям координат числових значень порівнювальних критеріїв реальних сільськогосподарських машин, такі багатокутники будуть мати площу, дещо більшу площі ідеалізованого штучного варіанту. При цьому, ступінь наближення до ідеалу тим краще, чим найближче маємо числове значення площі сільськогосподарської машини до площі умовної моделі.

Аналітично, визначення узагальненого критерію по «відстані до цілі»  $\mu$ , обчислюється відношенням площі  $\Pi_i$   $i$ -го варіанту до площі  $\Pi_0$  ідеалізованого варіанту[2].

$$\mu_i = \frac{\Pi_i}{\Pi_0}, \quad \mu \geq 1 \quad (3.3)$$

Розрахункову площу  $i$ -го порівнювального багатокутника можливо визначити додаванням значень площин відповідних трикутників, сторони яких, відповідають числовим значенням критеріїв  $K_i$  [2].

$$\Pi = \Sigma \Pi_i, \quad \Pi_i = \frac{1}{2} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (3.4)$$

Але як бути, якщо порівнювальні характеристики машинно-тракторних агрегатів є неспівставними як кількісно, так і якісно. При цьому значення розрахункових величин  $\Pi_i$  і  $\mu$ , буде залежати навіть від взаємного розташування на пелюстковому графіку.

Невільювання такої вади можливо виконати за рахунок введення у систему обчислення відносних величин вимірювання порівнювальних критеріїв. Виконується останнє твердження шляхом ділення цифрових

значень показників реальних машинно-тракторних агрегатів для садіння картопляних бульб на значення штучно змодельованого ідеалізованого варіанту.

Точність теоретичного дослідження в такому разі, при застосуванні багатокритеріального методу по «Відстані до цілі» значно зростає [2].

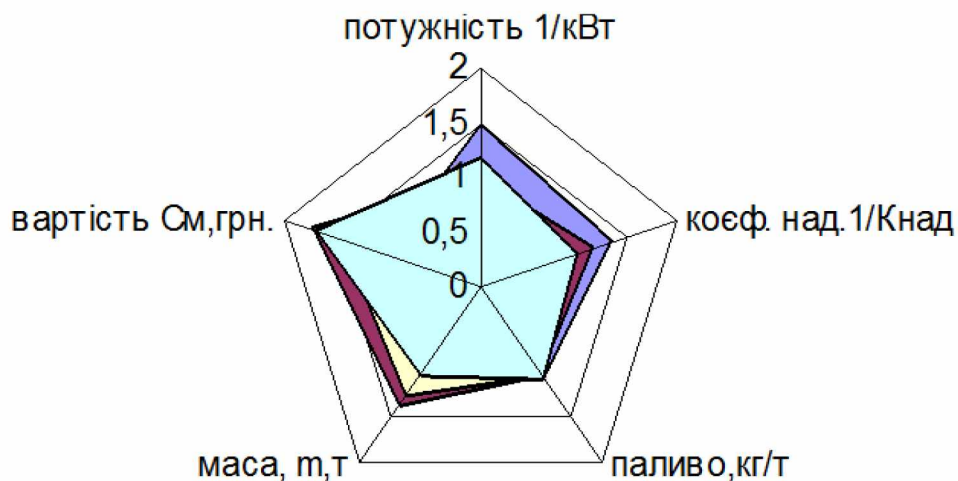


Рисунок 3.1 – Пелюстковий графік, що відображає результати аналітичних розрахунків багатокритеріального вибору за «відстанню до цілі» кращого варіанту машин для садіння картопляних бульб

Отримані числові значення відстані до цілі  $\mu$  склали:

Картоплесаджальна машина КС-2,  $\mu=0,23752$ ;

Картоплесаджальна машина КС-2Т,  $\mu= 0,14142$ ;

Картоплесаджальна машина «Grimme»,  $\mu=0,17742$ ;

Картоплесаджальна машина «Бомет S 239»,  $\mu=0,17988$ .

Результати розрахунків представлені пелюстковою діаграмою на рис. 3.1. Кращим варіантом щодо результатів аналітичних розрахунків багатокритеріального вибору за «відстанню до цілі» машин для садіння картопляних бульб є картоплесаджалка львівського виробництва КС-2Т.

## 2.2. Результати експериментального дослідження

Експериментальні дослідження нашої магістерської роботи виконані як серія польових дослідів з метою визначення кращих технічних та технологічних параметрів операційної технології післяпосадкового боронування гребенів картопляного поля.

Нами було використано машинно-тракторний агрегат типу ЮМЗ-6КЛ+КС-2Т (рис. 3.2) + експериментальні дискові голчасті борінки (рис. 3.3).



Рисунок 3.2 – експериментальна ділянка поля та машинно-тракторний агрегат для проведення експериментального дослідження

Експериментальні дослідження було проведено за програмою, викладеною у методичному розділі магістерської роботи.



Рисунок 3.3 – експериментальна дискова голчаста борінка для виконання операційної технології післяпосадкового боронування картопляних гребенів.

Таблиця 3.1 – експериментальні дані щодо визначення вагомості впливу між такими факторами, як середня глибина післяпосадкового боронування голчастими борінками, см; вологість ґрунту, %; та якість обробітку ґрунту – кількість грудочок, на контрольованій смузі діаметром більше 5см, шт. – бальне оцінювання.

№ дослідю	Середня глибина післяпосадкового боронування голчастими борінками, см	Вологість ґрунту, %	Якість обробітку ґрунту – кількість грудочок, на контрольованій смузі діаметром більше 5см, шт. – бальне оцінювання
1	0,5	72	1
2	1	73	2
3	1,5	71	2
4	2	72	3
5	2,5	74	3
6	3	76	4
7	3,5	77	3
8	4	76,5	3
9	4,5	77	7
10	5	75	8
11	5,5	72	6
12	6	73	5

Перша частина експериментального дослідження присвячена віднайденню кращих технічних та технологічних параметрів щодо операційної технології післяпосадкового боронування гребенів картопляного поля вдосконаленими нами дисковими голчастими борінками, за умови зміни таких незалежних факторів, як глибина боронування поверхневого шару ґрунту та вологість поверхневого шару ґрунту.

Експериментальні дані, щодо визначення вагомості впливу між такими факторами, як середня глибина післяпосадкового боронування голчастими борінками, см; вологість ґрунту, %; та якість обробітку ґрунту (кількість грудочок, на контрольованій смузі діаметром більше 5см, шт. – бальне оцінювання) подано в табл. 3.1.

Таблиця 3.2 – експериментальні дані щодо визначення вагомості впливу між такими факторами, як середня глибина післяпосадкового боронування голчастими борінками, см; швидкість руху машинно-тракторного агрегату, км/год; та якість обробітку ґрунту – кількість грудочок, на контрольованій смузі діаметром більше 5см, шт. – бальне оцінювання

№ досліду	Середня глибина післяпосадкового боронування голчастими борінками, см	Швидкість руху МТА, км/год	Якість обробітку ґрунту – кількість грудочок, на контрольованій смузі діаметром більше 5см, шт. – бальне оцінювання
1	0,5	2,5	1
2	1	3	2
3	1,5	3,5	2
4	2	3	3
5	2,5	4	3
6	3	4,5	4
7	3,5	5	6
8	4	6	7
9	4,5	6,5	7
10	5	5,7	8
11	5,5	6	7
12	6	5	5

Статистичну обробку експериментальних даних обчислено з використанням прикладних комп'ютерних програм: STATISTICA – 6.1 for Windows.

Результатами таких обрахунків являються графічні поверхні відгуку другого порядку та рівняння регресійний поліном другого порядку. Останні зображені на рис. 3.4 та рис. 3.5.

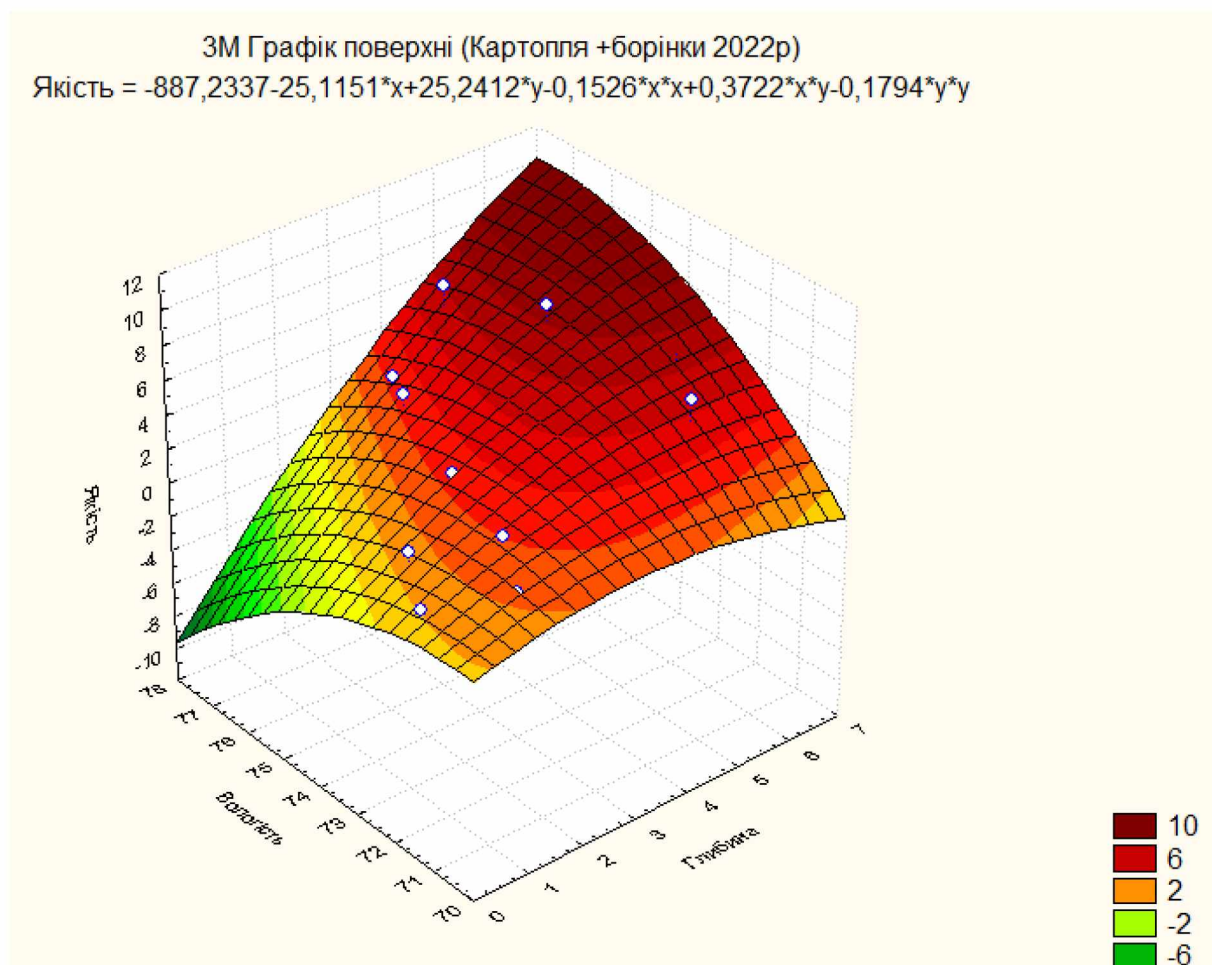


Рисунок 3.4 – Квадратична поверхні відгуку та квадратичний регресійний поліном другого порядку щодо визначення вагомості впливу між такими факторами, як середня глибина післяпосадкового боронування голчастими борінками, см; вологість ґрунту, %; та якість обробітку ґрунту – кількість грудочок, на контрольованій смузі діаметром більше 5см, шт. – бальне оцінювання.

3М Графік поверхні (Картопля +борінки2022р.)  
 Якість =  $0,6809 - 0,0368 * x + 0,5186 * y - 0,5058 * x * x + 0,9425 * x * y - 0,325 * y * y$

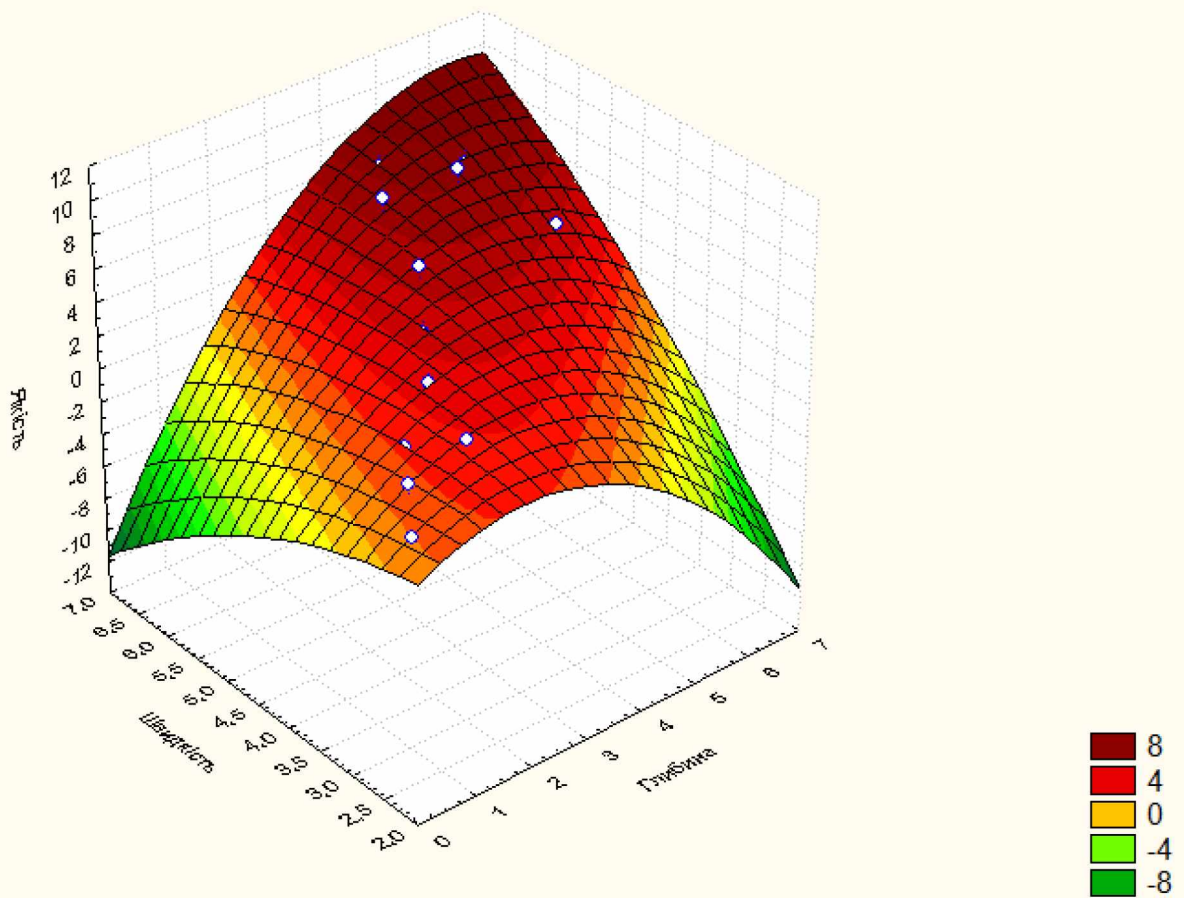


Рисунок 3.5 – Квадратична поверхні відгуку та квадратичний регресійний поліном другого порядку щодо визначення вагомості впливу між такими факторами, як середня глибина післяпосадкового боронування голчастими борінками, см; швидкість руху машинно-тракторного агрегату, км/год; та якість обробітку ґрунту – кількість грудочок, на контрольованій смузі діаметром більше 5см, шт. – бальне оцінювання.

На основі визначеної вагомості впливу таких незалежних експериментальних факторів багатфакторного експерименту, як: глибини боронування поверхневого шару ґрунту, швидкості руху машинно-тракторного посадково-боронувального агрегату, вологості ґрунту на залежну змінну – бальне оцінювання якості боронувальних операцій, нами визначено: кращі умови борону вальної операційної технології отримані при швидкості руху машинно-тракторного агрегату 5,5-6км/год; глибині боронування – 4,5-5,5см; вологості ґрунту – 75%.

## **4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **4.1. Екологічна експертиза**

1 липня 1991 році в Україні введено в дію Закон «Про охорону навколишнього середовища України».

В наш час проведення екологічної експертизи розглядається як системне комплексне оцінювання негативного техногенного впливу, загроз та екологічних факторів ризику виробництва. Всебічно розглядається та оцінюється екологічна складова удосконалень та проектів, які впроваджуються у виробництво.

Проведенню екологічної експертизи в обов'язковому порядку повинні підлягати усі виробничі нововведення, удосконалення, проекти, модернізації виробництв.

Основний зміст екологічної експертизи стосується матеріалів оцінки та аналізу ступеня шкідливості виробництв та інших загроз техногенного характеру. Також повинно бути розроблено максимально можлива кількість заходів щодо мінімізації шкідливого впливу, мінімізації екологічних ризиків, запобігання екологічних катастроф.

При виконанні екологічної експертизи комплексне оцінювання модернізацій, проектів виконується на основі екологічної ємкості, стану навколишнього середовища на виробничих територіях. Розглядається подальша перспектива соціально-економічного природоохоронного розвитку територіальних громад, оцінюється ступінь потужності та вид виробництва з виділенням більш небезпечних до екології чинників впливу.

До основних завдань і задач екологічної експертизи відносять визначення та оцінювання обсягу екологічних загроз, відносно планової існуючої виробничої діяльності, яка негативно впливає на екологічну систему та безпосередньо на здоров'я людей даного регіону.

До основних принципів екологічної експертизи відносять:

- принципи пріоритету права щодо екологічно безпечних виробництв;
- принципи суспільства щодо сприятливого екологічного середовищ;
- принципи компромісу між економічними потребами та екологічними інтересами;
- принципи територіально-галузевої та економічної доцільності впровадження проектів виробництв;
- принципи екологічної сумісності виробничих підрозділів та вимог екологічної безпеки;
- принцип відповідності розроблених заходів чинному законодавству;

Ступінь та критерії оцінювання екологічності проектів:

- виконання вимог нормативно-правового характеру;
- природоохоронні заходи;
- дотримання стандартів з охорони навколишнього середовища та способів раціонального використання ресурсів та надр;
- дотримання будівельних норм;
- дотримання норм санітарно-гігієнічної експертизи.

Щодо змісту проведеної екологічної експертизи, то в ній повинно бути відтворено відомості щодо ступеня оцінювання на навколишнє середовище величини техногенного впливу від існуючих чи проектних виробництв; висновки позитивного змісту відносно безпечності виробництв-проектів, що узгоджені з місцевими органами влади; висновки щодо публічного обговорення ступеня екологічної безпеки виробництв - проектів.

Щодо сільськогосподарського виробництва безпосередньо, то в аграрних підприємствах, під час проведення виробничої діяльності, необхідно акцентувати увагу на стані родючості ґрунтів, їхнього природного збереження, ступеня екологічності технологій в основних галузях сільськогосподарського підприємства, охороні лісових та водних ресурсів.

Болючими питаннями є раціональне застосування мінеральних добрив та зменшення пестицидного навантаження на технологічні системи виробництв.

Природоохоронні заходи, що впроваджуються або готуються до впровадження у аграрному підприємстві, повинні бути науково обгрунтовані, економічно доцільні, соціально направлені.

Наприклад, у нашому випадку рекомендовано

- 1) збільшення насаджених лісосмуг;
- 2) виконання поперечної оранки до ухилів місцевості, якщо сільськогосподарські угіддя розташовані на схилах та ярах;
- 3) очищення побутових стоків;
- 4) рециркуляція і очищення промислових стоків;
- 5) у разі необхідності гіпсування або вапнування ґрунтів з відхиленнями рівня кислотності від норми;
- 6) максимально можливе використання екологічно ощадних технологій, до яких відноситься і наш елемент – технологічна операція післяпосадкового боронування поверхневого шару ґрунту гребенів картопляного поля, що суміщена з операцією садіння бульб. Таким чином ще й зменшено загальну кількість проходів машинно-тракторних агрегатів по полю під вирощування продовольчої картоплі.

## **4.2. Охорона праці**

Нажаль, сучасне сільськогосподарське виробництво не позбулося недоліків впливу на організми людей негативної складової біологічного, хімічного та технічного характеру.

Щодо таких наслідків техногенного впливу, то останнє є наслідком використання в технологіях сільськогосподарського виробництва паливо-мастильних матеріалів з нафти та газу, хімічних матеріалів штучного походження – фарби, лаки, дезінфектори... , сукупності пестицидів.

До побічних негативних факторів виробництва також можливо віднести дію від вібрації, механічного впливу, шуму при роботі машин і механізмів, іонізуючих, інфрачервоних, ультрафіолетових, електромеханічних випромінювань та ін..

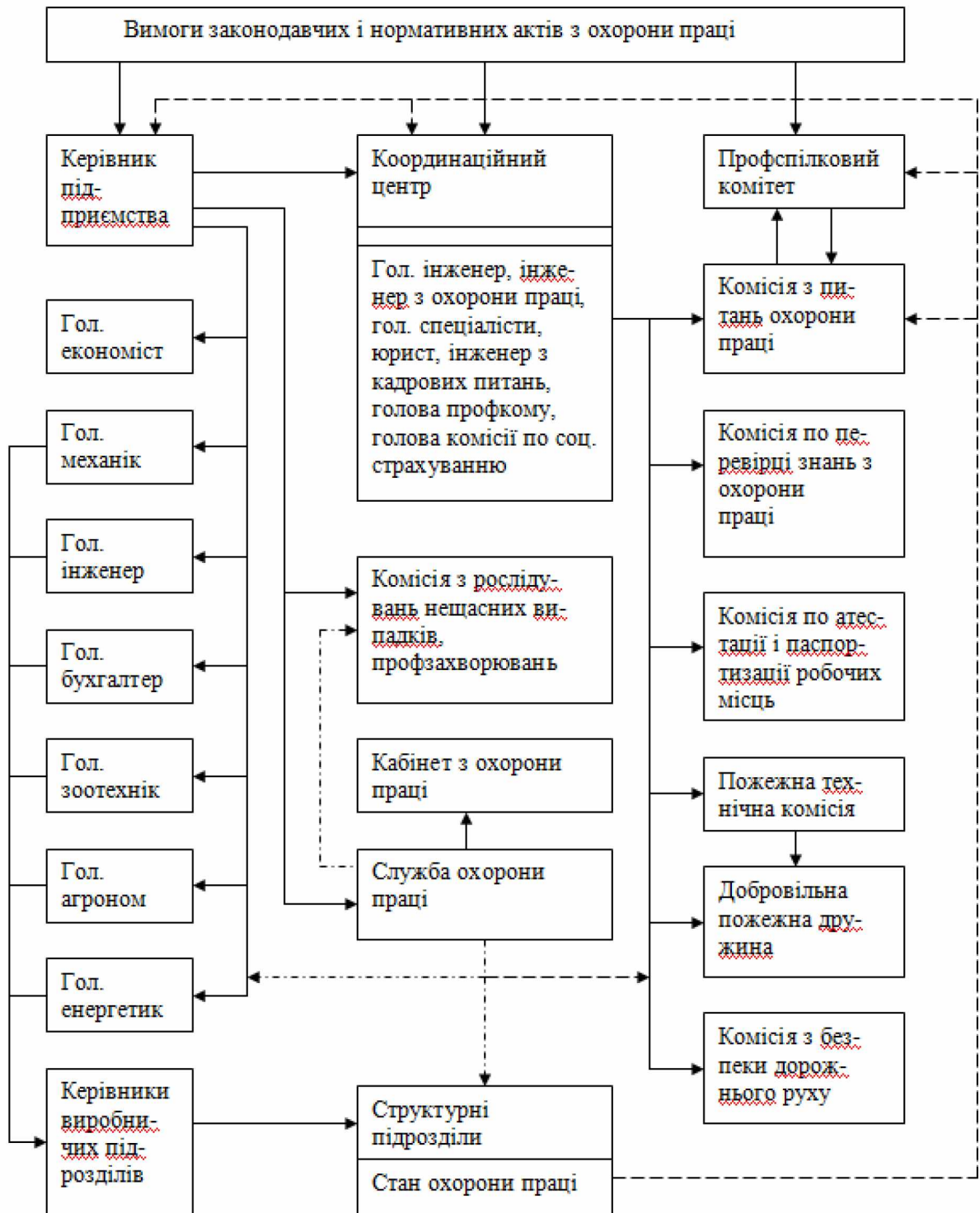


Рисунок 4.1 – Структура охорони праці на типовому аграрному підприємстві

Тому надважливим є вирішення завдань щодо ефективної організації охорони праці на сільськогосподарських виробництвах.

Вирішення таких завдань забезпечить стабільність виробництв та технологічних процесів та визначить інноваційне ставлення щодо технологічних систем-процесів: «працівники - машини - виробниче середовище – оточуюче середовище».

Тому використання науково обґрунтованого системного підходу до управління охороною праці на сільськогосподарському підприємстві є базисом для створення та постійного удосконалення системи управління охорони праці (рис.4.1).

Така система включає множину заходів та міроприємств соціального, економічного, технічного, правового, організаційного, лікувального, профілактичного, оздоровчого, санітарного, гігієнічного характеру. Система таких заходів направлена на організацію безпечних умов праці, захист та збереження здоров'я працівників аграрного підприємства.

Як бачимо, до органів управління системи з охорони праці можливо віднести керівники усіх рівнів управління аграрними підприємствами.

До основних посадових обов'язків таких керівників відносять створення та забезпечення науково-обґрунтованої хронології робочого дня щодо часу праці та часу відпочинку; виконання вимог санітарної гігієни щодо умов праці; періодичне навчання та підвищення кваліфікації персоналу підприємства щодо нових безпечних елементів технологій та методів праці; забезпечення у повному обсязі працюючих робочим одягом, у разі виробничої необхідності - засобами індивідуального захисту, робочим взуттям, організацію лікувально-профілактичного обслуговування працівників.

Щодо основних функцій управління системи охорони праці в аграрних підприємствах, то до останніх відносять контролювання загального рівня стану охорони праці на виробничих підрозділах, планування організаційно-

технічних робіт з охорони праці; облік, оцінювання, проведення аналізу щодо виробничого травматизму та стану рівня безпеки умов праці на підприємстві.

Щодо системи інструктажів з охорони праці, то ця категорія виділяється як окремий складовий елемент системи охорони праці та є обов'язковим до виконання.

Процедура проведення вступних, повторних інструктажів з охорони праці виконується в спеціально обладнаних приміщеннях, де є можливість використовувати сучасні засоби наочності та мультимедійності навчального матеріалу. Програми навчання та навчальний контент розроблений спеціальними службами з охорони праці.

Програма, зміст та повнота інструктажу з охорони праці затверджується керівником аграрного підприємства.

Відповідні записи щодо проведеного вступного інструктажу з охорони праці виконуються у реєстраційному журналі, останній зберігається і заповнюється службою з охорони праці на підприємстві.

Щодо проведення первинного інструктажу, то він виконується кваліфікованими інженерно-технічними кадрами аграрного підприємства безпосередньо на робочому місці.

Щодо проведення первинних інструктажів в аграрних підприємствах, то їх проведення зумовлене у випадку:

- 1) на початку виконання новоприйнятими працівниками (постійно чи тимчасово) службових обов'язків на підприємстві;
- 2) при переведенні працівників з одного виробництва на інше виробництво;
- 3) при розширенні обов'язків працівників за умови виконання нової для них роботи;
- 4) при встановленні виробничих завдань працівникам, що виїжджають у відрядження.

Щодо проведення первинних інструктажів, то вони проводяться або індивідуально, або груповими методами, з урахуванням діючих на аграрних

підприємствах положень ті інструкцій з охорони праці.

Проведення повторних інструктажів виконується з усіма робітниками та службовцями. В такому випадку періодичність проведення повторних інструктажів залежить від рівня небезпечності виробництв на конкретних робочих місцях – як правило, це один раз в квартал, а на або, на інших роботах один раз у півріччя.

Визначення необхідності проведення планових інструктажів зумовлене:

- у разі прийняття до виконання нових чи удосконалених – прийнятих зі змінами актів з охорони праці нормативно- правового характеру;
- за умови введення змін щодо організації складових технологічних процесів аграрного підприємства;
- у випадку виробничої необхідності щодо заміни чи модернізації обладнання, інструментів або матеріалів;
- у випадку фіксації порушень правил виконання технологічного процесу, вимог безпеки, за умови, що останнє може призвести або призвело до виробничого травматизму; аварії.
- за наявності висунутих вимог органами нагляду з дотримання правил з охорони праці., такі вимоги висуваються у разі, коли перерви на робочих місцях певної групи працівників складають тридцять календарних днів, на робочих місцях зі звичайними рівнем небезпек – шістдесят календарних днів.

Проведення позапланових інструктажів з охорони праці здійснюється індивідуально, або груповим методом при інструктуванні однакових за фахом та специфікою виконуваних робіт працівників.

Структура, наповненість та тематика позапланового інструктажу з охорони праці визначається окремо в кожному випадку, за причиною якого такий інструктаж було заплановано проводити.

Окремими варіантами щодо організації охорони праці при здійсненні виробничих процесів на сільськогосподарських підприємствах розглядаються умови проведення цільових інструктажів. Інструктажі такого виду проводяться:

- за необхідності разових робіт, і такі роботи не передбачені трудовим договором;
- у разі непередбачуваних обставин, наприклад, ліквідації наслідків техногенних аварій, стихійного лиха;
- за умови виробничої необхідності виконання низки робіт, на які оформляється наряд-допуск, або спеціальне розпорядження або інші дозвільні документи аграрного підприємства.

Якість опанування робітниками аграрного підприємства вимог та змісту цільових, первинних, повторних, планових, позапланових інструктажів з охорони праці перевіряється шляхом усного опитування таких робітників, а також перевіркою на практиці необхідних навичок безпечного виконання виробничих завдань.

Якщо результати перевірки рівня опанування необхідних знань та навичок з інструктажів по охороні праці є незадовільними, то протягом десяти днів виконується додаткове повторне інструктування та аналогічна перевірка.

Щодо організації, якості проведення перерахованих вище інструктажів з охорони праці, то за це несе безпосередню юридично-правову відповідальність роботодавець.

Щодо здійснення оперативного контролю по виконанні працівниками виробничих підрозділів аграрного підприємства, то останній виконується на трьох рівнях.

Перший рівень оперативного контролю проводиться керівником виробничої ділянки чи підрозділу аграрного підприємства.

Другий рівень виконується два рази у місяць комісією у складі якої присутній керівник підприємства.

Щодо третього ступеню контролю, то його виконують з терміном один раз в квартал, комісією на чолі з керівником аграрного підприємства, у склад комісії входять головні спеціалісти підприємства та голова профспілкового комітету. При цьому також перевіряється як рівень виконання правил та вимог з охорони праці виробничих та технологічних

пресів так і рівень виробничої санітарії на робочих місцях виробничих підрозділів підприємства в цілому.

Отже як висновок до даного розділу можна зазначити наступне, що у сільськогосподарських підприємствах повинна проводитись постійна робота з питань планування, реалізації та контролю організації охорони праці. Беззаперечне проведення інструктажів та навчань по питаннях охорони праці, пожежної безпеки, санітарної гігієни, а також контроль за виконанням норм безпеки праці та створення сприятливих умов для всіх категорій робітників. Ціль впровадженої системи управління охороною праці – зменшення чи зведення до нуля виробничого травматизму, та підвищення технічного та технологічного рівня виробництва в цілому.

#### 4.3. Техніко-економічне обґрунтування досліджень

Заключним етапом наукових розробок є їх технологій виробниче виробування та впровадження. Доцільність результатів науково – дослідницьких (НДР) та дослідно–конструкторських (ДКР) робіт та технологій можливо обґрунтувати та довести шляхом обчислення річного економічного ефекту.

Річний економічний ефект, що очікується, розраховуємо за формулою [24,25]:

$$\mathcal{E} = [(C_{\delta} + E_n \cdot K_{\delta}) - (C_n + E_n \cdot K_n)] \cdot A_n, \quad (4.1)$$

де  $\mathcal{E}$  – Річний економічний ефект, грн.;  $C_{\delta}$ ;  $C_n$  – собівартість одиниці продукції (роботи) за базовим та новим варіантами, грн;  $K_{\delta}$ ,  $K_n$  – питомі (в розрахунок на одиницю продукції) капіталовкладення в базовому та новому варіантах, грн.;  $E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень,  $E_n = 0,15$ ;  $A_n$  – програма використання результатів НДР, ДКР, нової техніки, винаходів та раціоналізаторських пропозицій у розрахунковому році в натуральних одиницях.

Складові частини структури собівартості 1т зерна показує формула [24,25]:

$$C = C_{\text{пр}} + C_{\text{накл}}, \quad (4.2)$$

де  $C_{\text{пр}}$  – прямі затрати на виробництво, грн.;  $C_{\text{накл}}$  – накладні витрати, грн.

Прямі затрати на виробництво розглядаються як сума [24,25]:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{пр.експл.}} + C_{\text{авто}} + C_{\text{ен}} + C_{\text{а.сп.}} + C_{\text{обсл.сп.}} + C_{\text{інш.}} + C_{\text{об}}, \quad (4.3)$$

де:  $C_{\text{пр.експл.}}$  – прямі експлуатаційні затрати, грн.;  $C_{\text{авто}}$  – вартість додаткових автопослуг при очищенні, зберіганні та продажу, грн.;  $C_{\text{ен}}$  – вартість електроенергії, що використана для очищення, зберігання та продажу, грн.;  $C_{\text{а.сп.}}$  – амортизаційні відрахування на виробничі споруди, грн.;  $C_{\text{обсл.сп.}}$  – витрати на поточні ремонти та обслуговування споруд, грн.;  $C_{\text{інш.}}$  – інші витрати, грн.;  $C_{\text{об}}$  – вартість оборотних засобів крім вартості мастильно-паливних матеріалів (насіння, добрива, отрутохімікати...), грн.

Прямі експлуатаційні затрати є сукупністю [24,25]:

$$C_{\text{пр.експл.}} = C_{\text{з.п.}} + C_{\text{гсм}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{то,тр}} + C_{\text{ін.е.}}, \quad (4.4)$$

де:  $C_{\text{з.п.}}$  – заробітна плата з нарахуваннями основних та додаткових робітників, що безпосередньо зайняті на виробництві сільськогосподарської продукції, грн.;  $C_{\text{гсм}}$  – вартість мастильно – паливних матеріалів, грн.;  $C_{\text{ам}}$  – відрахування на амортизацію техніки, грн.;  $C_{\text{то,тр}}$  – відрахування на обслуговування та поточні ремонти техніки, грн.,  $C_{\text{ін.е.}}$  – інші експлуатаційні витрати, грн.

Строк окупності капітальних вкладень, що плануються на впровадження нової техніки, та додаткових капітальних вкладень розраховують за формулами [24,25]:

$$T = K_{\text{н}} / П(\text{Чд})_{\text{н}}; \quad (4.5)$$

де  $T$  - термін окупності планових та додаткових капітальних вкладень, років;  
 $K_{\text{н}}$  – капітальні вкладення (що плануються) в новому варіанті на одиницю

продукції, грн.; П(Чд)н – плановий прибуток (чистий дохід) від впровадження нового варіанта, грн.

Таблиця 4.1 – Техніко-економічне обґрунтування удосконалень операційної технології післяпосадкового боронування картоплі за допомогою дискових голчастих борінок.

Показники економічної ефективності	Базовий варіант: картоплесаджалк а КС-2Т, окремо досходове боронування	Удосконалений варіант: Картоплесаджалка КС-2Т в поєднанні з дисковими голчастими борінками
Планове річне завантаження машини, на посадці картоплі, га	40	40
Додаткові капіталовкладення на дообладнання картоплесаджалки, грн..		10 000
Виробнича питома собівартість посадки картоплі та операції боронування, грн./га	1950	1710
Річна економія від зниження затрат на операційні технології посадки та боронування картоплі, грн./га		240
Річний економічний ефект, що очікується, грн.		7000
Термін окупності удосконаленого варіанту картоплесаджалки КС-2Т, років		2,0

Рівень рентабельності виробництва нової продукції: ( $U_p, \%$ ) визначають як співвідношення прибутку в новому варіанті  $\Pi(\text{Чд})_n$  до капітальних вкладень ( $K$ ) у відсотках [24,25]:

$$U_p = \Pi(\text{Чд})_n \cdot 100\% / K. \quad (4.6)$$

Такий розрахунковий показник порівнюють з базовим рівнем рентабельності існуючих технологій.

Результати розрахунків основних економічних показників за описаною методикою містить таблиця 4.1.

Отже, нами отримано, що економічна доцільність виробничого впровадження запропонованого нами дообладнання картоплесаджалки КС-2Т дисковими голчастими борінками підтверджена отриманням річного економічного ефекту в розмірі 7000 грн.

Елементи покращеної шляхом суміщення посадки картопляних бульб з післяпосадковим боронуванням операційної технології доцільно впроваджувати у фермерських господарствах, а також промислових аграрних підприємствах з розвинутим під комплексом картоплярства.

Термін окупності додаткових капіталовкладень, що необхідні для дообладнання картоплесадильної машини КС-2Т дисковими голчастими борінками, не перевищує два роки.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Організація сучасного якісного виробництва картоплі являється актуальним завданням для промислових аграрних підприємств та індивідуальних підсобних господарств. Початок робіт, пов'язаних з картоплярством, вимагає ретельного прогнозування географічного розташування поля та визначення черговості картоплі у сівозмінах.
2. Вибір способу садіння бульбу картоплі зумовлений специфікою кліматичних умов регіону. За наявності достатньої кількості вологи чи використанні крапельного зрошення обирають гребеневий спосіб садіння картоплі, у інших випадках – безгребеневий.
3. Цікавим напрямом і метою наукових досліджень у нашій роботі є удосконалення технологічного процесу садіння картоплі за рахунок суміщення технологічних операцій безпосередньо садіння бульб та досходового боронування при гребневому та безгребневому способах вирощування такої сільськогосподарської культури.
4. При суміщенні технологічних операцій садіння з боронуванням можливо отримати додаткове збереження продуктивної вологи, зменшити витрати палива та кількість проходів машинно-тракторних агрегатів по полю. При вирішенні поставлених завдань нами пропонується використовувати голчасті роторні борінки, що виготовлені та удосконалені власними зусиллями.
5. Кращим варіантом щодо результатів теоретичних досліджень з використанням методик багатокритеріального вибору за «відстанню до цілі» машин для садіння картопляних бульб є картоплесаджалка львівського виробництва КС-2Т.
6. Експериментальні дослідження нашої магістерської роботи виконані як серія польових дослідів з метою визначення кращих технічних та технологічних параметрів операційної технології післяпосадкового боронування гребенів картопляного поля. Нами було використано машинно-

тракторний агрегат ЮМЗ-6КЛ+КС-2Т дообладнаний експериментальними дисковими голчастими борінками.

7. На основі визначеної вагомості впливу таких незалежних експериментальних факторів багатфакторного експерименту, як: глибини боронування поверхневого шару ґрунту, швидкості руху машинно-тракторного посадково-боронувального агрегату, вологості ґрунту на залежну змінну – бальне оцінювання якості боронувальних операцій, нами визначено: кращі умови борону вальної операційної технології отримані при швидкості руху машинно-тракторного агрегату 5,5-6км/год; глибині боронування – 4,5-5,5см; вологості ґрунту – 75%.

8. Щодо змісту проведеної екологічної експертизи, то в ній повинно бути відтворено відомості щодо ступеня оцінювання на навколишнє середовище величини техногенного впливу від існуючих чи проектних виробництв; висновки позитивного змісту відносно безпечності виробництв-проектів, що узгоджені з місцевими органами влади; висновки щодо публічного обговорення ступеня екологічної безпеки виробництв - проектів. Щодо сільськогосподарського виробництва безпосередньо, то в аграрних підприємствах, під час проведення виробничої діяльності, необхідно акцентувати увагу на стані родючості ґрунтів, їхнього природного збереження, ступеня екологічності технологій в основних галузях сільськогосподарського підприємства, охороні лісових та водних ресурсів.

9. Висновком до розділу «охорона праці» можна зазначити наступне - у сільськогосподарських підприємствах повинна проводитись постійна робота з питань планування, реалізації та контролю організації охорони праці. Беззаперечне проведення інструктажів та навчань по питаннях охорони праці, пожежної безпеки, санітарної гігієни, а також контроль за виконанням норм безпеки праці та створення сприятливих умов для всіх категорій робітників. Ціль впровадженої системи управління охороною праці – зменшення чи зведення до нуля виробничого травматизму, та підвищення технічного та технологічного рівня виробництва в цілому.

10. Нами отримано, що економічна доцільність виробничого впровадження запропонованого нами дообладнання картоплезалки КС-2Т дисковими голчастими борінками підтверджена отриманням річного економічного ефекту в розмірі 7000 грн. Елементи покращеної шляхом суміщення посадки картопляних бульб з післяпосадковим боронуванням операційної технології доцільно впроваджувати у фермерських господарствах, а також промислових аграрних підприємствах з розвинутим під комплексом картоплярства. Термін окупності додаткових капіталовкладень, що необхідні для дообладнання картоплезалки КС-2Т дисковими голчастими борінками, не перевищує два роки.