

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ТЕМУ:
**“ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ПЛОЩІ
ТА КОМПЛЕКСУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ
КАРТОПЛІ В УМОВАХ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ”**

Виконав:

здобувач вищої освіти освітнього ступеня
«Магістр» освітньо-професійної програми
«Агроінженерія» спеціальності 208
«Агроінженерія» денної форми навчання
ОСТАФІЙЧУК Юрій Васильович

Керівник:

кандидат технічних наук, доцент
ФІРМАН Юрій Петрович

м. Кам'янець-Подільський, 2025

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ.....	4
АНОТАЦІЯ.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
РЕФЕРАТ.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ	10
1.1 Дослідження стану вирощування картоплі в Україні	10
1.2 Вивчення підходів та математичного апарату для визначення ефективності показників механізованих агротехнологічних операцій в аграрному виробництві.....	11
2 НАУКОВІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ КЕРУВАННЯ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ОРГАНІЗАЦІЇ.....	18
2.1 Аналіз технології вирощування картоплі.....	18
2.2 Наукові та методологічні основи керування проектами й архітектура аналізу проектної діяльності.....	24
2.3 Класифікація чинників ефективності процесу вирощування картоплі.....	28
3 МЕТОДИКА ВИРОБНИЧИХ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ.....	36
3.1 Програма та методика досліджень	36
3.2 Моделювання процесу механізованого вирощування культури.....	37
3.3 Комплексна схема алгоритму для моделювання процедур механізованого культивування картоплі	39
3.4 Методика вартісного оцінення витрат на виконання процесу	41
3.5 Методика економічного визначення збитків підприємства внаслідок порушення термінів виконання технологічних процесів .	45
3.6 Методика аналізу результатів експериментів	48

4 РЕЗУЛЬТАТИ ВИРОБНИЧИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ ТА ЦИФРОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ	55
4.1 Результати дослідження дотримання часових параметрів при здійсненні виробничих процесів	55
4.2 Результати вартісного оцінення витрат на виконання процесу	56
4.3 Результати оптимізації виробничої площі.....	57
5 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТРУДОВОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЗАХИСТ У КРИЗОВИХ ОБСТАВИНАХ	60
5.1 Дослідження технологічного процесу з позицій структурного та функціонального підходу	60
5.2 Дослідження механізмів формування травматичних ситуацій та катастрофічних подій	61
5.3 Розробка логічно-імітаційної моделі травм.....	62
5.4 Розробка заходів щодо захисту цивільного населення	67
6 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ОБРАНИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ	70
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	87
ДОДАТКИ	90

АНОТАЦІЯ

У магістерській кваліфікаційній роботі здійснено аналіз поточного стану та майбутніх напрямів розвитку галузі картоплярства в Україні, досліджено наявні технологічні підходи до культивування картоплі. Базуючись на існуючих методологіях та модельних конструкціях для вивчення результативності механізованих сільськогосподарських операцій, визначено фактори ефективності механізованого процесу вирощування картоплі та встановлено їх взаємозв'язки і взаємозалежності. Представлено методологічний підхід до моделювання процесу за допомогою математичного апарату.

Розроблено комплекс заходів щодо забезпечення безпеки персоналу та попередження виникнення небезпечних для здоров'я та аварійних обставин на сільськогосподарському об'єкті. Виявлено залежність варіювання основних параметрів економічної ефективності виробничо-технологічних ресурсів підприємства від розміру площ, відведених під вирощування даної культури.

THE SUMMARY

This master's research examines the current status and developmental outlook for potato cultivation in Ukraine, along with contemporary potato production technologies. Through utilization of established methodologies and analytical frameworks for assessing mechanized agricultural crop production efficiency, the study validates key determinants influencing mechanized potato cultivation effectiveness and their interconnected causal relationships. The research presents a mathematical modeling approach for process visualization and analysis.

Recommendations for safeguarding personnel and preventing occupational injuries and emergency incidents within agricultural operations are outlined. The study has identified patterns governing the variation of primary economic performance indicators and technical resource allocation relative to the cultivated area of the crop.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра представлена у вигляді друкованої пояснювальної записки обсягом 85 аркушів формату А4, що містить 6 розділів, 5 таблиць, 13 рисунків, 54 найменування використаних джерел та презентаційний матеріал на 12 аркушах.

Основною метою дослідження є оптимізація ефективності механізованого виробництва картоплі шляхом гармонізації виробничих площ культури з технічними характеристиками відповідного машинно-тракторного парку на основі розробленої аналітичної моделі даного технологічного процесу.

У ході виконання магістерської роботи створено алгоритм аналітичного моделювання механізованого культивування картоплі, що забезпечує можливість визначення раціональної виробничої площі картоплі в сільськогосподарському підприємстві для конкретного комплексу технічних засобів механізованого вирощування. Визначені закономірності впливу виробничої площі культури на економічну ефективність виробничо-технічних ресурсів можуть застосовуватися для оптимізації виробничих стратегій фермерських господарств.

Виявлені закономірності економічної ефективності механізованого виробництва картоплі створюють підґрунтя для розробки організаційно-технологічних рекомендацій сільськогосподарським виробникам стосовно параметрів необхідних виробничо-технічних ресурсів.

ВСТУП

Актуальність роботи. Починаючи з середини 1990-х років ХХ століття, культивування комерційної картоплі почало переміщуватися з колективних сільськогосподарських підприємств до приватного сектору. Протягом 2000-2024 років приватний сектор концентрував 98% площ, відведених під вирощування цієї культури. У сучасних умовах практично відсутні господарства з площею картоплі понад 100 га: фермерські господарства обробляють площі 15-25 га, селянські – 0,5-2 га, і лише зрідка трапляються підприємства з більшими масштабами посівів. Ця ситуація зумовила необхідність створення спеціальних рекомендацій для даної категорії картоплярів.

Виробничий процес картоплі включає низку компонентів: підготовчі роботи на ґрунті восени та навесні, систему внесення добрив, обробку посадкового матеріалу, посадку та догляд за рослинами, збирання й зберігання отриманого врожаю.

Відповідно до біологічних характеристик росту і розвитку картоплі для досягнення високих врожаїв необхідне дотримання сівозмінного принципу, який забезпечує ефективний захист від «спадкових» захворювань (зокрема фітофторозу та інших).

Отже, сільськогосподарське підприємство (СГП), що спеціалізується на картоплярстві, стикається з потребою щорічного обґрунтування площі під цю культуру. Проте таке обґрунтування повинно здійснюватися з урахуванням виробничо-технічного потенціалу СГП та з орієнтацією на досягнення максимальної ефективності використання ресурсів.

Відповідно до тематики магістерського дослідження, проведені дослідження мають певні обмеження. Зокрема, механізований процес культивування картоплі розглядається для машинного комплексу, створеного на основі одного трактора з класом тяги 14 кН.

Мета роботи – оптимізувати ефективність механізованого процесу вирощування картоплі шляхом узгодження виробничої площі культури з параметрами відповідного машинного комплексу на основі аналітичного моделювання цього процесу.

Завдання дослідження:

- провести аналіз стану виробництва картоплі в країні;
- виділити та дослідити основні фактори ефективності механізованого процесу культивування даної культури;
- створити узагальнений алгоритм аналітичної моделі механізованого процесу вирощування картоплі;
- створити програмне забезпечення для комп'ютерних експериментів, здійснити експериментальні дослідження та обробити отримані результати;
- визначити оптимальну виробничу площу для культивування картоплі відповідно до наявного машинного парку;
- визначити закономірності показників економічної ефективності виробничо-технічних ресурсів підприємства.

Об'єктом дослідження є: площі для посіву картоплі, агротехнічні умови для механізованих операцій, спеціалізоване технічне обладнання, технологічний процес механізованого культивування картоплі.

Предметом дослідження виступають: індикатори ефективності культивування картоплі та їх взаємозв'язок з параметрами виробничо-технічних ресурсів.

Методи досліджень. Виконані дослідження базуються на застосуванні засад проектного аналізу для оцінювання ефективності культивування сільськогосподарських культур з подальшим використанням теорії ймовірності та математичної статистики.

Практичне значення результатів визначається тим, що:

- створений алгоритм забезпечує можливість побудови математичної моделі для визначення фізичних індикаторів ефективності механізованого процесу культивування картоплі;

– обґрунтована оптимальна виробнича площа культури забезпечує здійснення механізованого процесу її культивування з мінімальними питомими загальними витратами ресурсів;

– визначені взаємозв'язки індикаторів економічної ефективності механізованого культивування картоплі становлять важливу основу для розробки організаційно-технологічних рекомендацій аграрним підприємствам стосовно параметрів відповідних виробничо-технічних ресурсів.

Створений алгоритм аналітичної моделі механізованого процесу культивування картоплі забезпечує можливість обґрунтування оптимальної виробничої площі картоплі у сільськогосподарських підприємствах для визначеного комплексу машин її механізованого культивування. Встановлені взаємозв'язки індикаторів економічної ефективності виробничо-технічних ресурсів підприємства від виробничої площі культури можуть застосовуватися для оптимізації виробничих програм фермерських господарств.

1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Дослідження стану вирощування картоплі в Україні

Картопля представляє собою значущу харчову культуру (рисунок 1.1., 1.2). Бульби містять 11-25% крохмалю залежно від регіону вирощування та сортових особливостей, приблизно 2% білкових сполук та 0,3% жирів. Картопляний білок характеризується найвищою біологічною цінністю серед усіх рослинних протеїнів. Він збагачений амінокислотами та належить до категорії повноцінних білків. Серед мінеральних компонентів картопля особливо насичена калієм (568 мг на 100 г сирової маси) та фосфором (50 мг). Культура також містить солі кальцію, магнію, заліза, аскорбінову кислоту та вітаміни групи В. Концентрація соланіну в бульбах досягає 3 мг, що унеможливує їх споживання у свіжому вигляді через ризик інтоксикації.

За сонячних умов концентрація соланіну підвищується до показників 20-40 мг, що робить споживання бульб із зеленим забарвленням неприпустимим. Встановлено, що картопля є основою для приготування понад 200 різноманітних кулінарних виробів. Цей продукт застосовують у відвареному, обсмаженому, тушеному та запеченому стані, крім того, його піддають заморожуванню та переробці в харчовій індустрії. Завдяки значному вмісту калію картопля стимулює елімінацію рідини та натрію хлориду з організму людини, що сприяє оптимізації метаболічних процесів.

Згідно з прогностичними розрахунками окремих експертів [22], площі, відведені під вирощування картоплі у центральних регіонах України, можуть зазнати значного збільшення. Понад 60% аграрних підприємств, що взяли участь у дослідженні спеціалізованого видання, заявили про плани розширення територій, засаджених цією культурою. У комбінації з очікуваним зростанням середньої продуктивності картоплярства це здатне спричинити ще більш суттєве збільшення загального виробничого потенціалу. Збільшення обсягів вирощування картоплі у центральних

регіонах країни здатне досягти 15%, проте ключовий вплив на формування цін здійснюватиме фактичний рівень виробництва.

1.2 Вивчення підходів та математичного апарату для визначення ефективності показників механізованих агротехнологічних операцій в аграрному виробництві

Базова аналітична методологія для визначення оптимальної кількості тракторного парку та механізованого обладнання, необхідного для забезпечення заданого обсягу механізованих робіт при вирощуванні різних видів сільськогосподарських культур, була створена із застосуванням графічних схем експлуатації машинно-тракторних агрегатів. Розрахунок потрібної кількості машинних комплексів для виконання конкретних технологічних операцій проводиться відповідно до розрахункової формули [18]

$$n \geq \frac{S}{W \cdot t \cdot D}, \quad (1.1)$$

де S – обсяг робіт (площа);

W – годинна продуктивність агрегату;

t – тривалість роботи в добу, год.;

D – допустимий період здійснення технологічної операції, діб.

Необхідну кількість тракторів визначають відповідно до календарного плану застосування техніки, збалансування якого здійснюється [1, 4] шляхом коректування послідовності виконання окремих технологічних операцій залежно від машинно-тракторних агрегатів, які використовуються для проведення зазначених робіт.

Однак такі обчислювальні підходи базуються на гіпотезах, що суттєво спрощують перебіг реального процесу. Зокрема, комплекс механізованих дій розцінюється як детермінована структура з визначеною "допустимою"

тривалістю виконання окремих виробничих операцій.

Узагальнену постановку задачі оптимізації машинно-тракторних агрегатів було запропоновано Ю.К. Кіртбая [12]. Визначення оптимального агрегату ґрунтується на гіпотезі про те, що робоча швидкість агрегатного руху може бути однозначно встановлена або розрахована на основі технічних параметрів трактора та захватних розмірів сільськогосподарської техніки. Зокрема, постулюється, що розроблена методологія дозволяє визначити оптимальну конфігурацію агрегату для різних категорій технологічних процесів та специфічних умов їх реалізації.

Вищезазначені моделі є дієвим інструментом для здійснення наукових розвідок за умови, що досліджувані системи характеризуються простотою та замкненістю. Використання детермінованих аналітичних методів виявляється достатньо зручним засобом у випадках, коли необхідно одержати орієнтовні результати з помірною точністю, що робить їх застосування цілком виправданим для інженерних розрахунків. У контексті більш складних систем, де оптимізація машинних агрегатів виступає проміжним етапом дослідження, точність запропонованих методів є недостатньою.

Низка науковців [22] пропонує використовувати для визначення раціонального машинно-тракторного парку модель сільськогосподарського підприємства, сформульовану як задача змішано-цілочисельного програмування. Дана модель враховує наявний ресурсний потенціал господарства, перспективи вирощування різноманітних сільськогосподарських культур у контексті розвитку відповідних виробничих напрямів. Цільова функція спрямована на максимізацію чистого прибутку. Використання такої моделі дозволяє визначити необхідність поповнення технічного парку підприємства; оптимальні технічні характеристики машин; потенціал підвищення чистого прибутку через залучення або скорочення персоналу; доцільність впровадження інтенсивних виробничих технологій; вплив технічної надійності обладнання на фінансові показники господарства.

Інші науковці рекомендують використання евристичних підходів до оптимізації машинного парку, базуючись на стандартизованих СГП, при цьому встановлення характеристик системи має відбуватися через експертну оцінку ефективності інноваційних технічних рішень та автоматизовані розрахунки для типових СГП, регіонів та галузі загалом. Дослідники запропонували інтегрувати у модель машинних систем спеціальні підмоделі, призначені для прогнозування еволюції параметрів індивідуальних машин.

Дослідження пропонує альтернативний методологічний підхід, відповідно до якого створення машинної системи ґрунтується на оптимізації механізму забезпечення виробничих потреб підприємства для виконання специфічних технологічних процедур. Даний процес представляється у формі графічної моделі поетапних перетворень предмета обробки, що забезпечує визначення найбільш ефективного варіанта процесу з мінімальним показником комплексного критерію його оцінки.

Науковці розробили підхід до визначення агротехнічно доцільних періодів проведення механізованих операцій, який складається з двох послідовних стадій: початкова стадія полягає в обґрунтуванні часу розпочинання виконання робіт; наступна стадія включає техніко-економічне обґрунтування тривалості здійснення механізованих процесів.

Раціональна тривалість експлуатації машинного комплексу в польових умовах визначається на основі критерію отримання найменшої величини загальних затрат, які припадають на одиницю здійснюваної технологічної операції:

$$P = U_1 + U_2 + P_y, \quad (1.2)$$

де P - сукупні витрати на виконання операцій агрегатом та втрати підприємства від зниження продуктивності сільськогосподарських культур, грн/га;

U_1 - фінансові вкладення в модернізацію машинно-тракторного парку, грн/га;

U_2 - експлуатаційні витрати змінного характеру (паливно-мастильні матеріали, заробітна плата персоналу, відновлювальні роботи, сервісне обслуговування технічних засобів та інші статті), грн/га;

$П_y$ - втрати через зменшення продуктивності сільськогосподарських культур, грн/га.

Розрахунок втрат організації внаслідок скорочення продуктивності сільськогосподарських культур здійснюється відповідно до наступної формули:

$$П_y = K_{II} \times U \times C_{II} \times D_p, \quad (1.3)$$

де K_{II} - коефіцієнт, що демонструє скорочення продуктивності

сільськогосподарських культур у результаті подовження найкращого терміну здійснення агротехнічних операцій на одиницю часу (добу);

U - врожайність культури, ц/га;

C_{II} - закупівельна ціна продукту, грн/ц;

- економічно виправдана тривалість виконання вказаного завдання, діб.

Через застосування математичних операцій до базових рівнянь (1.2, 1.3, 1.4) можна отримати додаткову математичну закономірність, яка надає змогу визначити економічно обґрунтований період здійснення поставленого завдання:

$$D_p^{opt} = \sqrt{\frac{C_{\bar{\delta}} \times \alpha \times \gamma}{100 \times K_{II} \times U \times C_{II} \times W_{\text{дн}}}}. \quad (1.4)$$

Рівень зменшення біологічної продуктивності аграрних культур значною мірою залежить від тривалості здійснення різних агротехнічних операцій протягом вегетації рослин. Питанням визначення оптимальних термінів початку польових операцій та їхнього впливу на врожайність сільськогосподарських культур приділили увагу у своїх дослідженнях багато вчених.

Науковці, такі як Ю.К. Кіртбая [19], , В.Д. Саклаков, М.П. Сергєєв [33], А.Т. Табашніков [16], доводять, що поточна врожайність

сільськогосподарських рослин на конкретній земельній площі описується рівнянням такого типу:

$$U_i = AD_i^2 + BD_i + U_o, \quad (1.5)$$

де A, B, U_o - коефіцієнти рівнянь, що відрізняються розмірностями

$$\frac{ц}{га \times день^2}, \frac{ц}{га \times день}, \frac{ц}{га} \text{ відповідно;}$$

D_i - тривалість експлуатації в польових умовах, діб.

Дослідниками була розроблена математична модель, що дозволяє здійснити оптимізацію машинного комплексу відповідно до обсягів вирощування сільськогосподарських культур в рамках підприємства. Основою представленої методології є встановлення таких розмірів площ, при яких приведені витрати та трудомісткість виконання механізованих робіт суттєво зменшуються і досягають мінімальних та стабільних значень. На основі цієї методології обґрунтовуються оптимальні масштаби для машинного комплексу з основного обробітку ґрунту в межах змодельованої сівозміни.

Використання означеної методології дозволяє здійснити комплексне вирішення питання обґрунтування структури машинних комплексів та організації машинного парку в рамках цілісної системи взаємовідносин: технологічний процес – машинні агрегати – машинні комплекси – парк машинно-тракторної техніки – машинно-технологічні станції, однак характеризується значною кількістю обмежувальних факторів. Серед основних з них слід виділити наступні: 1) використання розроблених моделей надає можливість визначити лише межі оптимальних розмірів стосовно основного обробітку ґрунту для окремого машинного комплексу; 2) не враховується зниження врожайності культур через порушення термінів проведення технологічних операцій у процесі механізованого вирощування.

Більшість дослідників, які займаються вивченням механізованих агротехнологічних процесів, приходять до висновку про недостатність

детермінованих моделей для їх адекватного відображення та необхідність врахування стохастичних чинників, що впливають на виконання технологічних операцій в польових умовах. З огляду на те, що створення адекватного опису складних технологічних процесів за допомогою детермінованих моделей є практично неможливим, науковці широко використовують методи імітаційного моделювання [6, 18].

Науковий доробок Є.І. Ціпа [20] характеризується використанням статистичного імітаційного моделювання для аналізу механізованого збирання ранніх зернових з врахуванням випадкового характеру дозрівання культур, виникнення сприятливих і несприятливих часових проміжків, а також добової продуктивності збиральної техніки. Обґрунтування технологічної ефективності використання комбайна базується на питомих сукупних затратах підприємства, що включають питомі збитки від несвоєчасного проведення збиральних робіт та питомі приведені витрати. Економічна оцінка збитків підприємства від порушення термінів проведення операцій ґрунтується на фізичному параметрі – величині площ, зібраних з порушенням оптимальних строків [20, 22].

Теоретико-методологічні основи, які лежать в основі наявних підходів та концептуальних схем вивчення механізованих сільськогосподарських процесів, на превеликий жаль, не забезпечують всебічного врахування інтегрованого впливу ключових категорій чинників результативності процедур вирощування культур. Особливістю даної системи виступає той факт, що порушення термінів здійснення технологічних заходів механізованого обробітку призводить до зменшення урожайності та, як наслідок, до зниження параметрів ефективності відповідного процесу.

Розгляд зазначених специфічних особливостей механізованого вирощування сільськогосподарських культур формує фундамент для розробки відповідних моделей та встановлення надійних показників ефективності використання машинно-тракторних комплексів.

Висновки

Завдяки сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам сільськогосподарські підприємства України відводять значні площі під вирощування картоплі. Картоплівництво має істотне економічне та соціальне значення як для окремих господарських формувань, так і для національної економіки в цілому. Однак аналіз динаміки площ, зайнятих під цією культурою в країні, демонструє, що у період 2008-2023 років спостерігалось зменшення посівних площ картоплі на 11%.

Аналітичні прогнози окремих фахівців щодо посівних площ під картоплею у центральному регіоні України свідчать про потенціал розвитку сприятливих процесів. В комбінації з очікуваним збільшенням середньої продуктивності картопляних насаджень це здатне спричинити підвищення загального рівня продукування цієї аграрної культури.

Фундаментальні теоретичні принципи, які лежать в основі наявних підходів та концепцій вивчення механізованих агротехнологічних операцій, на жаль, не забезпечують урахування інтегрованого впливу ключових груп чинників результативності процесу та особливих властивостей виробничої системи в галузі картоплярства.

2 НАУКОВІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ КЕРУВАННЯ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ОРГАНІЗАЦІЇ

2.1 Аналіз технології вирощування картоплі

Довготривалий досвід культивування картоплі на приватних земельних ділянках демонструє, що дана культура належить до невеликої групи рослин, які незначно реагують на чергування культур. Проте загально визнаною залишається думка про те, що продуктивність картоплі є тим більшою та стійкішою, чим менше частота висаджування цієї культури на ідентичній території.

Ураховуючи біологічні характеристики картоплі, зокрема недостатньо розвинену кореневу систему, необхідність у високому вмісті кисню в ґрунті для утворення столонів і формування бульбової маси, а також короткотривалий вегетаційний період, культуру доцільно вирощувати на плодючих ґрунтах з легкою механічною структурою. У зоні Полісся такими є дерново-підзолисті ґрунти, тоді як для Лісостепової зони оптимальними для картоплі є суглинкові ґрунти чорноземного походження. Для сільськогосподарських підприємств оптимальними попередниками для картоплі виступають озимі та бобові культури [11].

Обробіток ґрунту. Головною ціллю культивації ґрунту для картоплі є формування пухкого пласту, в якому б вільно розвивалася коренева система культури і утворювалася бульба. Оптимальною вважається об'ємна маса оброблюваного шару на суглинкових ґрунтах $1,2 \text{ г/см}^3$, на піщаних $1,3-1,4 \text{ г/см}^3$. Для досягнення таких параметрів, потрібно здійснити наступні заходи: лушення стерні, оранку та підготовку перед посадкою.

Процес лушення має забезпечувати відповідну глибину обробки ґрунту, ефективне підрізування та подрібнення бур'янової рослинності, достатнє заробляння стерньових залишків і вирівнювання польової поверхні. Здійснення цієї операції відбувається безпосередньо після завершення збору зернових на глибину 6 см, а для ліквідації багаторічних кореневих і

коренепаросткових бур'янів глибина лушення зростає до 12 см. Дискові знаряддя типу ЛДГ демонструють відносно задовільні показники роботи за умов належного зволоження на ґрунтах з легким механічним складом. Більш ефективні результати у протидії кореневидним та коренепаростковим бур'янам забезпечує лушення стернини. Для контролю бур'янів на картопляних насадженнях доцільно використовувати гербіцидні препарати.

Максимальна ефективність гербіцидних препаратів забезпечується за умови виконання наступних умов: якісна підготовка поверхневого горизонту ґрунту до дрібнозернистої структури; відповідна глибина закладання бульб під час посадки; підбір засобу з врахуванням таксономічного складу та стадії розвитку бур'янової рослинності.

Обробка чорноземів характеризується специфічними особливостями, що потребують проведення зяблевої оранки. Зазвичай навесні дані ґрунти досягають стиглості повільно, що подовжує терміни їх підготовки та посадки картоплі. Більше того, обробка "недозрілого" ґрунту спричинює істотне погіршення його фізичних характеристик, формування брил і грудок, що робить неможливим використання збиральних комбайнів. Для запобігання цьому явищу в Лісостеповій зоні на чорноземних ґрунтах усі заходи щодо внесення добрив та підготовки ґрунту необхідно здійснювати в осінній період. У даній зоні особливо важливого значення набуває акумуляція й збереження ґрунтової вологи, тому зяблева оранка становить обов'язковий агротехнічний захід [17, 20].

Значного поширення отримало висаджування картоплі в заздалегідь підготовлені гребні. Формують їх на висоті 15-17 см за допомогою культиваторів: бокові маркери налаштовуються на глибину 4-5 см. Початковий прохід здійснюється по вітці. В подальшому тракторист керує трактором по краній борозні та формує протягом одного проходу чотири гребні, при цьому три підгортачі повторно проходять по створених гребнях. За такої підготовки стикові міжряддя відсутні. На чорноземних ґрунтах формування гребнів доцільно виконувати восени після зяблевої оранки

глибиною 20 см.

Удобрювальна система. Внесення добрив при вирощуванні картоплі є обов'язковою умовою для забезпечення стабільних і значних врожаїв. Особливе значення для збільшення продуктивності картоплі мають органічні добрива, оскільки одночасно з постачанням рослинам поживних речовин вони активізують біологічні процеси в ґрунті та сприяють покращенню його фізичних властивостей.

У Лісостеповій зоні найкращою дозою органічних добрив вважається 20-30 т/га. Внесення органічних добрив доцільно здійснювати в осінній період. За сучасних умов, за дефіциту підстилкового гною, рекомендується активно використовувати зелені добрива.

Поряд із класичними сидеральними культурами – люпином, озимим житом, ріпаком, останнім часом для збагачення ґрунту застосовують гірчицю білу, гірчицю кормову, редьку олійну та їхні суміші з горохом. Встановлено, що застосування сидератів під картоплю за результативністю відповідає внесенню 20-30 т/га гною. При вирощуванні картоплі після озимих зернових стерню обробляють лемішним луцильником на глибину 12-15 см, після чого проводять культивуацію з коткуванням. Сівбу розпочинають наприкінці липня, норма висіву становить 15-20 кг/га. Заорювання сидератів здійснюють у середині жовтня [22].

На ґрунтах із недостатнім вмістом фосфору та калію дози фосфорних і калійних добрив підвищують на 22-28 кг/га. Найбільш ефективним методом застосування основного добрива для картоплі є локальне стрічкове внесення під час посадки культури. Такий підхід дозволяє скоротити норму на 20-30% у порівнянні із суцільним розкидним методом. Для локального застосування основних мінеральних добрив необхідно застосовувати саджальні машини.

Підготовчі роботи з насіннєвим матеріалом. Високу продуктивність бульбоплодів можливо забезпечити виключно при застосуванні якісного, не пошкодженого патогенами та незмінного генетично посадкового матеріалу. Процес підготовки бульб для висаджування охоплює відбір і класифікацію за

розмірами, термічну обробку або проростання та при потребі обробку стимулюючими і захисними засобами. Зазвичай бульби розподіляють на три категорії: малу (25-50 грамів), середню (50-80 грамів) і крупну (понад 80 грамів). Посадку бульб здійснюють відповідно до фракцій, причому кількість посадкового матеріалу та глибина заробки визначаються розмірами бульб.

Для продовольчого і насінневого призначення доцільно використовувати попередньо прогріті бульби, які до моменту висаджування мають мати розвинуті вічка з довжиною пагона 2 мм. З метою отримання швидкого врожаю потрібно здійснювати проростання бульб протягом 30-40 діб у світлих умовах за температури 14-15 °С. Для пророщування відбираються бульби вагою понад 50 г [22].

Висаджування картоплі. До процесу висаджування картоплі необхідно переходити після досягнення ґрунтом відповідної стиглості, при цьому його температурні показники на потрібній глибині мають складати плюс 7-8°С. Першочергово з метою отримання ранньої продукції здійснюють посадку пророщених бульб ранньостиглих сортів. Наступним етапом проводять посадку картоплі на насінневих ділянках та товарних площах.

У провідних регіонах картоплярства бульби висаджують за допомогою гребневого методу, який забезпечує можливість проведення агротехнічних заходів до формування сходів без ущільнення ґрунту в гребнях, де локалізовані бульби. Гребнева структура весною характеризується кращим прогріванням, меншим ущільненням під впливом атмосферних опадів, сприяє активізації газообміну в ґрунтовому середовищі, що створює оптимальні умови для розвитку рослин на ранніх етапах вегетаційного періоду. За даного методу оптимальні параметри висоти гребнів становлять 10 см. Основним технічним засобом для посадки картоплі таким способом виступає чотирирядна сажалка. За гребневої технології посадки бульби заглиблюють на 6-7 см від верхньої частини гребня, проте на ґрунтах легкого механічного складу їх розміщують на 2 см глибше.

Досягнення високих показників урожайності залежить від

забезпечення раціональної щільності посадок: на час проведення збирального процесу в Лісостеповій зоні для продовольчих культур цей показник складає 45-50, а для насінницьких плантацій – 50-55 тисяч кущів на 1 га. З огляду на неповну схожість та втрати частини культурних рослин під час агротехнічних заходів, кількість посадкових бульб збільшується на 10-15%. Параметри посадкових схем коливаються від 70х30 до 70х20 см.

Технологія догляду. Належне та вчасне проведення агротехнічних заходів щодо насаджень картоплі сприяє збільшенню продуктивності не менше ніж на 20%. Відповідно до метеорологічних умов та фізичних властивостей ґрунту початкова обробка здійснюється через 7-12 діб після посадки. Протягом вегетаційного періоду виконують 2-3 міжрядні культивуації до появи проростків та 2-3 після їх виходу на поверхню. За наявності бур'янової рослинності на гребнях необхідно здійснити присипання насаджень.

Проростки картоплі середньоранніх, середньопізніх і пізньостиглих сортів допускається засипати до 5 см, а ранньостиглі сорти обробляють одразу після появи сходів, оскільки пізніше проведення цієї операції спричиняє зниження обсягів раннього врожаю. Для виконання даної технологічної операції доцільно застосовувати дискові робочі елементи, які забезпечують кращу якість засипання бур'янів на гребнях порівняно з лапами-підгортачами. За умови використання фрезерних культиваторів замість багатократних розпушувачів до та після появи сходів здійснюють одну операцію – створення високих гребнів.

До формування гребнів приступають через два тижні по завершенні садіння, враховуючи необхідність закінчити цю операцію до початку проростання. За один робочий прохід агрегату формуються гребні висотою 26 см. На утворені гребні вносять гербіцид Зенкор у дозуванні 1,0-1,2 кг/га до появи сходів картоплі, після появи сходів при висоті рослин до 10 см застосовують 0,7-0,8 кг/га препарату.

Захисні заходи проти шкідливих організмів та патогенів картоплі.

Патогени і шкідливі комахи картоплі призводять до істотного зменшення врожайності, погіршення якісних характеристик продукції та втрат у процесі зберігання. У технології вирощування картоплі найбільші збитки наносять фітофтороз і колорадський жук. Контроль патогенів і шкідливих організмів є одним з ключових факторів збільшення продуктивності та покращення якісних показників картоплі.

Фітофтороз являє собою одне з найпоширеніших та найнебезпечніших захворювань картоплі. Коли відбувається ураження рослин, унаслідок раннього відмирання надземної частини припиняються процеси вегетації і накопичення врожаю. В епіфітотійні роки збитки врожаю картоплі внаслідок передчасного засихання бадилля в зонах Полісся та Лісостепу сягають 40%.

Для контролю колорадського жука на картопляних насадженнях було затверджено до застосування такі засоби захисту рослин: Агріво 25% к. е.; Волатон 50% к. е.; Децис 2,5 к. е.; Децис форте 12,5% к. е.; Дурсбан 480 48% к. е.; Золон к. е.; Конфідор 20% в. р. к.; Моспілан 20% з. н.; Номолт 15% к. е.; Політрин 20% к. е.; Сонет 105 к.е.; Фастак 10% к. е.; Фюрі 10% в.е. Граничний термін проведення обробітку цими засобами становить 20 днів до початку збирання урожаю, за винятком препаратів Дурсбан 480, Золон, Номолт, Сонет (за 30 днів), і Моспілан – за 35 днів. Допустима кількість застосувань не перевищує двох разів, тоді як для Конфідору та Моспілану дозволяється лише однократне використання. Встановлені норми витрати робочого розчину складають 300 л/га [26].

У середині літа, а за умов підвищеної вологості – на його початку може виникати ураження посівних площ фітофторозом. Найвища ефективність у боротьбі з даним захворюванням притаманна фунгіцидам системно-контактного впливу: Авіксіл 70% з. п. – 2,1-2,6 кг/га, Акробат МЦ 69% з. п. – 2,0 кг/га, Ридоміл Голд МЦ 58% з. п. – 2,5 кг/га, Танос в.ч. – 0,6 кг/га, ТАТТУ 55% н.с. – 3 л/га. Початкову обробку системно-контактними фунгіцидами рекомендується здійснювати під час фази бутонізації, наступну

– з інтервалом 10-14 днів. Загальна кількість застосувань зазначених препаратів не повинна перевищувати трьох разів [21].

Подальші обробки, за необхідності, варто здійснювати засобами контактної дії: Антракол в. ч. – 1,5 кг/га, Купроксат 34,5% к. е. – 3,0-5,0 л/га, Хлорокис міді 90% з. п. – 1,5-3,0 кг/га, Фольпан 50% з. н. – 3,0 кг/га. За умов використання контактних засобів повторні процедури виконують з інтервалом 7-8 днів. Припинення обробок має відбуватися за 20 днів до початку збирання врожаю. Витрати робочого розчину становлять 300-400 л/га. У ситуаціях, коли терміни застосування проти колорадського жука та фітофторозу співпадають, доцільно здійснювати змішані обприскування. З цією метою до робочого розчину інсектициду в необхідній кількості вносять фунгіцид [16].

Збір урожаю та його зберігання являють собою завершальну стадію культивування картоплі. Розпочинати цей процес необхідно після повного дозрівання бульб, коли їхня шкірка перестає відшаровуватися. З метою оптимізації функціонування збиральної техніки здійснюється скошування надземної частини рослин. Оптимальними є умови збирання при температурі ґрунту понад 10°C. Отриманий врожай потрібно витримувати протягом 2-3 тижнів у тимчасових буртах під покривом із соломи, що забезпечує проходження лікувального періоду бульбами в оптимальних умовах. Надалі здійснюється сортування бульб за розмірними категоріями з одночасним вилученням хворих та пошкоджених екземплярів перед закладанням на тривале зберігання. Споживчу картоплю залежно від сортових особливостей зберігають за температурного режиму плюс 3...5°C, тоді як насіннєвий матеріал потребує температури 1...3°C.

2.2 Наукові та методологічні основи керування проектами й архітектура аналізу проектної діяльності

Результативне керування виробничо-технічним потенціалом

сільськогосподарських підприємств полягає у гармонізації показників виробничої програми із характеристиками машинного комплексу, призначеного для механізованого культивування сільськогосподарських рослин зокрема.

Керування проектами являє собою інтегровану діяльність: будь-яке рішення або його відсутність в одній сфері зазвичай призводить до впливу на інші сфери. Ці взаємозв'язки можуть мати прямий і очевидний характер, проте інколи вони є складними для виявлення та неоднозначними. Наприклад, модифікація змісту практично в усіх випадках позначається на вартості проекту, однак не обов'язково чинитиме вплив на морально-психологічний клімат команди або якісні характеристики продукту.

Процеси керування проектами можна систематизувати відповідно до п'яти груп (рисунок 2.1), які містять один чи декілька процесів у кожній [18]:

1) процеси запуску - розуміння того, що має слугувати відправною точкою для проекту чи фази та яким чином забезпечити цей старт;

Процедури планування - формування та забезпечення функціональності системи реалізації проектних завдань, що були визначені попередньо.

3) процеси реалізації - узгодження персоналу та додаткових ресурсів з метою втілення плану;

Процедури реалізації контрольної діяльності - верифікація розв'язання проектних завдань в умовах моніторингу виконавчого процесу та впровадження коригувальних заходів у випадку виявлення такої потреби;

Процедури завершення - офіційне затвердження проекту (або етапу) та забезпечення його (або її) планомірного закінчення.

Всебічний аналіз являється однією з ключових умов для реалізації виробничих проектів. Кожен проект повинен пройти наступні типи аналітичного дослідження [12, 17]: технологічний, комерційний (фінансовий), екологічний, організаційний, соціальний, економічний, структурний, аналіз бюджетної ефективності (рисунок 2.2).

Розглянемо стисло кожен тип проектного аналізу. Технічне дослідження інвестиційного проекту надає можливість ідентифікувати техніко-економічні варіанти; альтернативи розташування об'єкта; розміри та обсяг проекту; часові рамки втілення проекту в цілому та по етапах; наявність і адекватність джерел сировинних матеріалів, трудових ресурсів та інших необхідних засобів; ємність ринку для проектної продукції; проектні витрати з врахуванням непрогнозованих факторів; терміни здійснення проекту. Зазначені задачі вирішуються з поступово зростаючою точністю на етапах попереднього техніко-економічного обґрунтування (ТЕО), розробки технічного та робочого проектів. Під час технічного дослідження уточнюються кошторисна документація та бюджет проекту, а також фізичні й вартісні непрогнозовані фактори, які призводять до додаткових витрат.

Фінансовий (комерційний) аналіз включає вивчення затрат і доходів з точки зору інтересів окремих організацій – учасників проекту, які прагнуть досягти прибутковості. З метою фінансового обґрунтування проекту застосовується показник ефективності, який визначається пропорцією між фінансовими вкладеннями та отриманими результатами, що гарантують потрібний рівень рентабельності [19]. Даний індикатор обчислюється як для всього проекту в цілому, так і стосовно кожного з його учасників з врахуванням їхнього внеску в проект. Мета комерційного аналізу полягає у здійсненні оцінки проекту з точки зору кінцевого використання продукції або послуг, які пропонуються даним проектом.

Оцінка екологічного впливу дозволяє встановити можливі негативні наслідки реалізації проекту для довкілля та окреслити необхідні заходи щодо мінімізації або попередження таких наслідків.

Завданням організаційного аналізу є визначення організаційних, юридичних, політичних та управлінських факторів, які впливають на впровадження та функціонування проекту, а також розробка відповідних

пропозицій стосовно управління, структурної побудови організації, стратегічного планування, підбору і підготовки кадрів, координування процесів та загальної стратегії діяльності.

Основні завдання організаційного аналізу:

- 1) встановлення обов'язків учасників проекту відповідно до діючого законодавства та нормативно-правових актів;
- 2) аналіз переваг і недоліків учасників проекту стосовно матеріально-технічного забезпечення, професійної компетентності, фінансового стану;
- 3) визначення потенційного впливу нормативно-правових актів, державної політики та регламентуючих документів на реалізацію проекту, особливо стосовно охорони довкілля, рівня оплати праці, ціноутворення, урядової підтримки, міжнародних економічних відносин;
- 4) формування комплексу дій для ліквідації недоліків учасників проекту, визначених в процесі аналізу, та мінімізації несприятливого впливу зовнішнього середовища проекту (законодавства, політичних факторів);
- 5) формування рекомендацій стосовно покращення результативності проекту.

Завдання соціального дослідження полягає у формуванні стратегії втілення проекту, що відповідатиме потребам його цільової аудиторії. Соціальне дослідження концентрується на наступних аспектах: соціокультурних і демографічних особливостях жителів у зоні впровадження проекту (чисельна та суспільна структура); організаційному устрою населення даного регіону, включаючи доступність трудових ресурсів; відповідності проекту місцевим культурним традиціям; підходах до гарантування виконання необхідних зобов'язань перед групами жителів і установами, які повинні отримувати переваги від проекту або зазнавати його впливу.

Дослідження бюджетної результативності проекту. Індикатори бюджетної результативності демонструють вплив наслідків реалізації проекту на прибутки й видатки відповідного бюджету. Бюджетний результат для кожної стадії реалізації проекту встановлюється як перевищення

надходжень до бюджету проекту над затратами, пов'язаними з його втіленням.

Економічне дослідження розглядає питання результативності проекту з точки зору соціуму в цілому, для якого з об'єктивних підстав вартість закупівлі (зокрема, матеріалів) та реалізації продукції проекту не завжди відповідає справжнім затратам і перевагам.

Екологічні та соціальні впливи проекту (з аналогічних обґрунтованих мотивів) становлять більший інтерес для суспільства загалом, аніж для установ, які залучені до реалізації проекту. Економічне дослідження проводиться у випадках, коли ініціатором проекту або його фінансувальником виступає держава.

Індикатори результативності проекту демонструють пропорцію між затратами та досягненими результатами з позиції зацікавлених сторін, що залучені до втілення проекту. Для визначення результативності проекту використовуються індикатори фінансової результативності, що беруть до уваги фінансові наслідки від реалізації проекту для його учасників, а також індикатори економічної результативності, які враховують вплив його впровадження на підприємство в цілому [14, 18].

2.3 Класифікація чинників ефективності процесу вирощування картоплі

Результативність застосування (Е) конкретного машинного комплексу визначається комплексною взаємодією багатьох факторів технологічного процесу, котрі доцільно класифікувати за такими групами:

- агрометеорологічних (A_m);
- предметних (природно-топографічних (Пр) та агрокультурних (Аф));
- технологічних (T_l);

- технічних (T_n);
- управлінських (стратегічного (O_c) і тактичного (O_t) характеру):

$$E = f(A_m, P_r, A_f, T_l, T_n, O_c, O_t). \quad (2.1)$$

Агрометеорологічний фактор являє собою вплив атмосферних явищ на поверхню землі, який проявляється через зміни вологості повітряного середовища, вітрові потоки, ступень хмарного покриву, атмосферні опади (дощ, град, роса та інші), а також приморозки. Агрометеорологічні особливості можуть як сприяти, так і перешкоджати функціонуванню механізованих комплексів у польових умовах. Випадіння дощових опадів, обумовлене агрометеорологічними факторами, спричиняє надмірне зволоження ґрунтового покриву чи сільськогосподарських культур, що знаходяться на полі, внаслідок чого стає неможливим здійснення подальших технологічних операцій. Підвищення температури повітря по закінченні опадів, а також вітрові процеси сприяють відведенню зайвої вологи та відновленню сприятливих виробничих умов для поновлення технологічних процесів.

Агрофоновий фактор являє собою існуючий ґрунтовий покрив та рослинність (надземні й кореневі системи), які присутні на земельній ділянці під час здійснення агротехнічних заходів з обробітку ґрунту. Існуючий ґрунт визначається: різновидом, рівнем культивованості (потужність орного горизонту, вміст поживних елементів та інше), агрофізичними характеристиками (загальними та фізико-механічними) і так далі [14, 15].

Варто відмітити, що вплив агрофонового фактора відрізняється для різноманітних ґрунтових типів, що обумовлюється гранулометричним складом ґрунту, присутністю органічних залишків, структурованістю, вологозабезпеченістю та іншими параметрами. Початковий стан агрофону формується попередніми механізованими операціями на полі. Як було відзначено раніше, під час реалізації конкретної технологічної операції формується якісно змінений стан агрофону, який стає початковим для подальшої технологічної операції і так далі.

Природно-рельєфна основа являє собою конкретну земельну ділянку, що володіє визначеною площею, формою та топографією. Дана основа відзначається кутом нахилу ділянки, протяжністю робочого ходу, щільністю рослинного покриву, присутністю бур'янистої рослинності та іншими параметрами. Необхідність урахування цього фактора обумовлена тим, що показники механізованого процесу залежать від його характеристик. Зокрема, протяжність робочого ходу, нахил земельної поверхні, конфігурація поля, наявність ярів та перешкод впливають на тривалість здійснення технологічної операції на окремому полі СГП і на ефективність роботи машинного обладнання. Предметний базис включає в себе природно-рельєфну та агрофонову складові.

Технологічний фактор являє собою сукупність технологій, що застосовуються при механізованому культивуванні рослин. Технологія представляє науково обґрунтовану методику трансформації об'єкта трудової діяльності з початкового якісного стану до кінцевого. Технологія визначається змістовним наповненням, часовими межами та черговістю здійснення технологічних процедур механізованого культивування, а також результативністю від її впровадження. Відбір технології культивування рослин обумовлений категорією ґрунтового покриву, попередньою культурою, присутністю технічного обладнання в СГП для їх втілення тощо.

Технічний елемент представляє собою конкретний машинний комплекс, що утворюється з трактора та сільськогосподарського обладнання і характеризується такими параметрами: структурою агрегату, робочою шириною, потужністю силової установки, рівнем надійності, числом одночасно здійснюваних процесів та іншими. Показники реалізації технологічних процесів конкретною машиною суттєво залежать від предметного елемента (агротехнічного фону та природно-кліматичних особливостей), а також метеорологічних характеристик періоду проведення механізованих операцій, що обумовлює стохастичну природу їх параметрів.

Організаційно стратегічні заходи представляють собою науково

обґрунтовані рішення управлінця, які базуються на його професійній кваліфікації та експертності стосовно заходів і стратегічних напрямів розвитку СГП згідно з зовнішніми та внутрішніми факторами діяльності підприємства.

Важливо визначити й описати суб'єктивний компонент механізованого культивування сільськогосподарських культур, який належить до організаційної категорії факторів: факторів організаційно-стратегічного та організаційно-тактичного характеру.

До категорії зовнішніх умов господарської діяльності належить сукупність факторів, що не здійснюють прямого впливу на механізований процес культивування рослин: соціальні, правові, фінансові, інформаційні та інші [20].

Організаційно-тактичні фактори являють собою суб'єктивно обумовлені рішення механізатора протягом здійснення робочого процесу відповідно до обставин, які складаються при реалізації його трудової діяльності. З точки зору механізатора, що безпосередньо здійснює технологічні процедури обробки, у польових умовах організаційно-тактичні заходи включають визначення методу пересування, способу розвороту, збільшення або зменшення швидкості руху та інші дії, які впливають на ефективність роботи МТА.

Серед внутрішніх факторів необхідно виділити фінансовий стан господарства та спроможність здійснення фінансових операцій (кредитування та інше), оренди обладнання, трансформації структури сільськогосподарських угідь тощо. Фінансовий стан господарства визначається наявним технічним оснащенням, фінансовими можливостями для покращення техніко-технологічного рівня СГП, забезпеченістю ресурсами, потенціалом для його збільшення, чисельністю і кваліфікацією спеціалістів тощо.

Відповідно до можливості управління фактори поділяються на: контрольовані, неконтрольовані та частково контрольовані (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. Аналіз керованості чинників процесу

№ п/п	Чинники	Характеристики	Керованість
1	2	3	4
1	Агrometeorологічний	Низькі температури, атмосферні опади, вологість атмосферного повітря, переміщення фронтальних систем тощо	–
2	Агрофоновий	Категорія ґрунтового покриву, його фізико-механічні характеристики, надземна і підґрунтова рослинність та інше	±
3	Природно-рельєфний	Склад, нахил, розмір ділянки та інші параметри.	±
4	Технологічний	Технологічний підхід, який застосовується у процесі культивування рослин, включаючи комплекс агротехнічних заходів та інше.	+
5	Технічний	Механізований тракторний комплекс з відповідними технічними параметрами та іншими подібними показниками.	+
6	Організаційно-стратегічний	Галузева спрямованість економіки, композиція сільськогосподарських угідь та інше.	+

Продовження таблиці 2.1.

1	2	3	4
7	Організаційно-тактичний	Ситуативні заходи машиніста-тракториста, керуючого персоналу, визначення методу переміщення машинно-тракторного комплексу, його	+

		темпу роботи та інші аспекти.	
--	--	-------------------------------	--

Предметний базис (природно-рельєфний та агрофоновий) характеризується частковою керованістю. Відсутність повного контролю обумовлена природними чинниками, такими як нахил земельної ділянки, ґрунтовий тип, рівень вологості культур, схильність до полягання і подібні параметри, тоді як можливість управління забезпечується здатністю людини впливати на форму та розміри полів.

До контрольованих факторів відносяться – технологічний, технічний та організаційний (стратегічний, тактичний). До неконтрольованих – агрометеоро-логічний фактори.

Формальне представлення комплексної дії відзначених категорій факторів на механізований процес культивування картоплі забезпечує об'єктивне визначення параметрів результативності застосування існуючих виробничо-технічних засобів сільськогосподарських підприємств.

Застосування критерію вартості для координації виробничих площ під картоплю на підприємстві з характеристиками існуючого машинного парку для механізованого культивування дозволяє здійснити оцінку ефективності експлуатації техніко-виробничого потенціалу.

Вартісний критерій визначається як питомі загальні витрати ресурсів (E), які несе сільськогосподарське підприємство при здійсненні повного комплексу механізованих операцій з культивування картоплі.

Координація наведених параметрів проводиться шляхом визначення найбільш раціональної виробничої площі для культивування картоплі, при якій вартісний показник набуває найменшого значення.

Найкращу виробничу площу (S) для вирощування картоплі відповідно до певного комплексу машинно-тракторних агрегатів визначимо за умови досягнення мінімального значення показника E:

$$\Phi[\{S_p\}^{opt}] = E \rightarrow \min \quad (2.2)$$

Визначення екстремального значення функції, при якому величина E

досягає найменшого значення, реалізується за допомогою ітераційного методу.

Даний метод передбачає поетапне обчислення основних фізичних параметрів результативності механізованого культивування картоплі з урахуванням різних величин площ вирощування та встановленої потужності комплексу спеціалізованих машинно-тракторних агрегатів.

Для реалізації зазначеного створюється аналітична модель процесу, яка враховує агротехнологічні умови щодо термінів здійснення відповідних виробничих операцій, продуктивність різноманітних машинно-тракторних агрегатів, і дозволить визначити масштаби робіт, виконаних із порушенням встановлених строків.

Висновки

Координацію виробничих потужностей з характеристиками парку відповідної техніки слід проводити на основі економічного критерію - мінімізації питомих загальних фінансових витрат, що включає експлуатаційні видатки та збитки організації від порушення термінів виконання робіт.

Результативність механізованого культивування картоплі обумовлюється комплексним впливом факторів технологічного процесу, які слід брати до уваги під час координації виробничих площ з характеристиками відповідного машинного комплексу. Проведення системного аналізу механізованого процесу культивування картоплі дозволило визначити, що при неузгодженості виробничих площ під дану культуру з характеристиками машинного комплексу неможливо досягти мінімальних питомих загальних економічних затрат на здійснення технологічного процесу.

Застосування ітераційного методу дозволяє провести поетапне обчислення основних фізичних параметрів результативності механізованого

культивування картоплі для варіативних величин площ вирощування та встановленої продуктивності комплексу спеціалізованих машинно-тракторних агрегатів. Для реалізації ітераційного методу формується аналітична модель процесу, яка включатиме агротехнічні критерії щодо часу здійснення відповідних технологічних операцій, продуктивність різних машинних комплексів, та дозволить визначити обсяги несвоєчасно проведених робіт.

3 МЕТОДИКА ВИРОБНИЧИХ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

3.1 Програма та методика досліджень

Координація культиваційної території картопляних насаджень з характеристиками системи спеціалізованого обладнання здійснена відповідно до комплексної дослідницької програми:

1. Дослідження існуючих підходів до підтвердження результативності механізованих систем в аграрній галузі.
2. Дослідження теоретико-методологічних основ керування технологічно-виробничими засобами.
3. Дослідження концептуальних засад визначення комплексного впливу факторів продуктивності механізованого культивування аграрних рослин.
4. Створення та дослідження методологічного підходу для встановлення ключових фізичних параметрів результативності виробничо-технологічного потенціалу господарських суб'єктів у процесі культивування картоплі.
5. Здійснення математичного опису досліджуваного процесу, аналіз отриманих експериментальних даних та встановлення обґрунтованих взаємозв'язків між ключовими параметрами результативності.
6. Формулювання висновків.

Експериментальне дослідження включало такі послідовні стадії:

1. Визначити ключові характеристики господарської активності організації, композицію земельних угідь під культурами, технічні властивості та кондицію машинно-тракторного комплексу і сільськогосподарського обладнання.
2. Створити методику математичного моделювання технологічного процесу механізованого культивування картоплі і встановити комплекс

вихідних даних для проведення наукового аналізу.

3. Створити математичний алгоритм для моделювання даного процесу.
4. Здійснити числові моделювання на комп'ютері та проаналізувати отримані дані експериментального дослідження.
5. Сформулювати висновки стосовно результативності використання технологічних та виробничих засобів у процесі культивування картоплі.

Розроблена методика бере до уваги специфічні риси, притаманні кожному з етапів дослідницької роботи.

З метою верифікації запропонованих припущень стосовно взаємозв'язків між аналізованими параметрами було створено сукупності фактичних значень, які дозволили дослідити характер їх співвідношень та обчислити коефіцієнт кореляції (чи кореляційне співвідношення). У випадку, коли отримане значення перевищує 0,7, це вказує на наявність потужного кореляційного зв'язку, при величині в діапазоні 0,3-0,7 – помірному, а за умови значення нижче 0,3 – незначного [11].

3.2 Моделювання процесу механізованого вирощування культури

Ефективність механізованого культивування сільськогосподарських рослин у значній мірі визначається характеристиками технічного комплексу відповідного обладнання. Варто підкреслити, що на продуктивність даного процесу також суттєво впливають масштаби виробничих завдань та специфічні умови їх реалізації.

Розробка математичної моделі цього процесу, що враховує комплексний вплив предметних (природно-кліматичних, ґрунтово-агрономічних), технологічних, технічних, організаційно-стратегічних і організаційно-тактичних факторів та встановлених між ними взаємозв'язків, становить суттєву основу для досягнення достовірних параметрів процесу.

Не деталізуючи специфіку зазначених груп факторів, слід відзначити можливість їх поділу на керовані та некеровані категорії.

На основі структури сільськогосподарського виробництва, включаючи асортимент культур, системи ротації та застосовувані агротехнічні методи, визначається комплекс механізованих заходів із землеобробітку. Цей комплекс операцій представляється у вигляді послідовності технологічних потреб, які в часовому аспекті розподіляються на два основні сезони: весняно-польовий та літньо-осінній періоди.

Кожна вимога у потоці характеризується трьома основними аспектами: 1) видом технологічного процесу; 2) параметрами ділянки (розмір, умови агрофону, форма та інші характеристики); 3) агротехнічними обмеженнями щодо часових рамок реалізації відповідного процесу.

Кожна технологічна операція у механізованому культивуванні рослин має власні хронологічні межі початку, закінчення та загальної тривалості ($t_{\text{пл}}$), які визначаються особливими періодами. Наприклад, хронологічні рамки ініціації та фіналізації обробітку землі протягом весняного сезону залежать від моменту досягнення ґрунтом фізичної готовності ($\tau_{\text{ф}}^{\text{п}}$) та настання сприятливих умов для посіву аграрних культур [15]. Що стосується літньо-осінньої пори, то визначальними факторами виступають момент завершення збиральних робіт ($\tau_{\text{зз}}$) попередньої культури та період ініціації посівної кампанії озимин ($\tau_{\text{о}}$), або настання зимового сезону ($\tau_{\text{ф}}^{\text{з}}$) (періоду втрати ґрунтом фізичної придатності).

Реальний період часу ($t_{\text{ф}}$), необхідний для здійснення певних агротехнічних процесів на земельній ділянці, визначається ефективністю застосовуваного механізованого комплексу, масштабами виробничих завдань, тривалістю денного робочого циклу обладнання, показником ефективності використання змінного часу та іншими чинниками.

Отже, залежно від значення $t_{\text{ф}}$ формуються обставини, при яких технологічні процеси здійснюються у встановлені терміни (рисунок 3.1., б), або з порушенням встановлених термінів (рисунок 3.1., в).

Порушення встановлених часових рамок для здійснення технологічних процедур у механізованому сільськогосподарському виробництві призводить до їх несвоєчасного проведення, що прямо впливає на продуктивність культур [21].

Проте відстрочення виконання технологічних процедур допустиме лише в межах певних "критичних" границь, які характеризуються індивідуальністю для кожного виду рослинної продукції. У практиці сільськогосподарського виробництва, коли земельні ділянки не підходять для подальшого культивування ґрунту під головну рослинну культуру або її посів є економічно невиправданим, такі території використовують для вирощування додаткових культур (зокрема, однорічних трав'янистих рослин).

При настанні критичних періодів для здійснення землеробних операцій моделювання процедури зупиняється у зв'язку з відсутністю практичної доцільності проведення обробітку землі. В такій ситуації реєструється територія ділянки, де продукція сільськогосподарської культури цілковито знищена.

Визначення технічних стандартів стосовно часових меж ініціювання та періоду виконання виробничих процедур проведено з урахуванням стандартних технологічних схем. Отже, завдяки створенню аналітичної моделі механізованого культивування картоплі стає можливим врахувати специфічні технологічні аспекти цього процесу.

На основі результатів моделювання визначаються функціональні параметри необхідного машинного комплексу та здійснюється оцінка ефективності застосування виробничо-технічного потенціалу підприємства через критерій мінімальних питомих загальних фінансових затрат.

3.3 Комплексна схема алгоритму для моделювання процедур

механізованого культивування картоплі

Застосування аналітичної моделі для моделювання механізованого культивування сільськогосподарських рослин передбачає обчислення реальної тривалості (t_{ϕ}) здійснення всіх технологічних етапів виробничого процесу та співставлення отриманих значень з агротехнічними нормативами (t_a). За умови перевищення t_{ϕ} технологічного етапу над допустимим показником t_a здійснюється розрахунок періоду (t_n) запізненого виконання робіт, величини територій (Z_n), що зазнали несвоєчасної обробки, а також збитків урожайності культурних рослин.

Загальна схема аналітичної моделі досліджуваного процесу представлена на рисунку 3.2.

Встановлення реального часу (t_{ϕ}) здійснення технологічного процесу відбувається за допомогою такого математичного виразу:

$$t_{\phi} = S / (W_{год} \cdot T \cdot k_{зм} \cdot k_{чз} \cdot k_{пож}). \quad (3.1)$$

де S – територія культури (обсяг виконуваних робіт, т), га;

$W_{год}$ – продуктивність машинно-тракторного агрегату за годину роботи, га/год;

T – тривалість зміни, год;

$k_{зм}$ – коефіцієнт змінності;

$k_{чз}$ – показник ефективності застосування робочого часу протягом зміни;

$k_{пож}$ – коефіцієнт погожості.

Отже, застосування аналітичної моделі механізованого культивування сільськогосподарських рослин дозволяє визначити функціональні характеристики роботи відповідних машинних комплексів. Моделювання механізованого процесу культивування сільськогосподарських культур при різних площах посівів надає можливість виявити характер зміни параметрів ефективності виробничо-технічного потенціалу господарства.

3.4 Методика вартісного оцінення витрат на виконання процесу

Ключовим завданням кваліфікаційної роботи виступає визначення раціональних розмірів площ під культивування картоплі відповідно до існуючого машинно-тракторного парку, який базується на тракторі з силою тяги 14 кН марки ЮМЗ-10240.

З цією метою потрібно провести обчислення щодо визначення результативності функціонування наявного механізованого комплексу, що дозволить здійснити економічну оцінку ефективності використання виробничо-технічного потенціалу сільськогосподарського підприємства. Провівши аналіз експлуатаційних параметрів спеціалізованого машинного комплексу для різноманітних масштабів виробничих територій культури, застосовуючи економічний показник – питомі загальні фінансові затрати (E), встановимо найкращу площу (S^{opt}):

$$\Phi(S^{opt}) = E \rightarrow \min, \quad (3.2)$$

Розрахуємо питомі загальні затрати ресурсів для здійснення механізованого процесу культивування картоплі:

$$E = B_{\text{тл}} + B_{\text{тн}} \quad (3.3)$$

де $B_{\text{тл}}$ – питомі фінансові збитки, які виникають через зменшення біологічного потенціалу урожайності сільськогосподарських культур у результаті порушення термінів проведення агротехнічних заходів, грн/га;

$B_{\text{тн}}$ – питомі виробничі затрати сільськогосподарського підприємства на здійснення механізованого технологічного циклу культивування картоплі, грн/га.

Очевидним є той факт, що ключовим технологічним документом для культивації та заготівлі аграрних рослин у певному фермерському

підприємстві виступає технологічна карта, що містить наступні інформаційні розділи:

1) комплекс агротехнологічних заходів, який включає найменування процедури та ключові параметри її виконання (рівень заглиблення при обробці, кількість застосування), масштаб виконуваних операцій, термін початку і період здійснення робіт, показник втрати продуктивності при відхиленні від оптимальних сільськогосподарських термінів;

2) технологічне оснащення робочих процесів та стандарти застосування обладнання (змінна норма виробітку, норма витрати палива, еталонна продуктивність);

3) необхідність у засобах забезпечення: обсяг технічного обладнання, працівників виробничої сфери, трудових діб та стандартних змін (часові ресурси), паливно-мастильних матеріалів, технологічної сировини;

Критерії результативності та екологічної безпеки процесів: трудові ресурси, безпосередні фінансові вкладення, загальне енергоспоживання процесів, індикатор негативного впливу процесів на довкілля, коефіцієнт енергетичної ефективності технології.

Застосовуючи вказану методологію, ми здійснювали обчислення з визначення ключових параметрів результативності реалізації як індивідуальних технологічних процедур, так і загального механізованого культивування рослинної продукції. Серед таких параметрів виділяють:

- 1) величина територій із порушеними термінами обробітку, га·діб;
- 2) питомі збитки СГП, грн/га;
питомі амортизаційні нарахування, грн./га;
- 4) одиничні затрати на технічне обслуговування та відновлювальні роботи, грн./га;
- 5) витрати пального та мастильних матеріалів у розрахунку на одиницю площі, грн./га;
- 6) витрати на оплату праці в розрахунку на одиницю площі, грн./га;
- 7) експлуатаційні затрати у розрахунку на одиницю площі, грн./га.

Алгоритм проведення обчислень представлений у наступному вигляді [26]. Безпосередні операційні затрати на одиничний обсяг робіт, що здійснюються машинно-тракторним агрегатом, грн/га, розраховуються таким чином:

$$C_A = C_1 + C_2 + C_3 + C_4, \quad (3.4)$$

де C_1 – винагорода за роботу працівників, що здійснюють технічне обслуговування машини, грн/га;

C_2 – витрати на споживання пально-мастильних речовин, грн/га;

C_3 – нарахування на відновлення тракторної техніки та сільськогосподарського обладнання, що включені в склад машинно-тракторного комплексу, грн/га;

C_4 – витрати на проведення поточних ремонтних робіт та технічного сервісування, грн/га.

Кількість операторів механізованих засобів і обслуговуючого персоналу визначається згідно з вибраними сільськогосподарськими агрегатами та встановленою системою експлуатації техніки. Винагорода за працю персоналу становить, грн/га;

$$C_1 = \frac{n_1 \cdot T_1 + n_2 \cdot T_2 + \dots + n_6 \cdot T_6}{W_{год}} \quad (3.5)$$

де n_1, n_2, \dots, n_6 – кількість співробітників, що забезпечують функціонування обладнання, диференційовано відповідно до кваліфікаційного рівня (розряду);

T_1, T_2, \dots, T_6 – погодинна ставка заробітної плати для співробітника відповідної кваліфікаційної категорії, грн./год;

$W_{год}$ – продуктивність машинно-тракторного агрегату за годину роботи, га/год.

Споживання пального для виконання одиниці операції встановлюється згідно з довідковими джерелами або чинними нормативами використання пального в конкретному підприємстві. Загальне споживання

пального для повного обсягу операцій розраховується шляхом помноження норми споживання пального на загальний обсяг виконуваних робіт.

Витрати на паливно-мастильні матеріали у грн/га обчислюють згідно з наступним виразом:

$$C_2 = C_K \cdot G_{II}, \quad (3.6)$$

де – комплексна вартість одиниці маси палива, грн/кг;

G_{II} – питома витрата палива, кг/га.

Витрати на відновлення машинного комплексу в складі агрегату становлять, грн/га:

$$C_3 = \frac{B_T \cdot a_T \cdot k_3}{100 \cdot S} + \frac{B_{3ч} \cdot a_{3ч} \cdot k_3}{100 \cdot S} + \frac{B_M \cdot n_M \cdot a_M \cdot k_3}{100 \cdot S} \quad (3.7)$$

де $B_T, B_{3ч}, B_M$ – балансова вартість трактора, зчіпки та машини відповідно, грн;

$a_T, a_{3ч}, a_M$ – процентні показники відрахувань на оновлення згідно з технічними характеристиками тракторів, причепних пристроїв та обладнання, %;

S – площа вирощування культури, га;

k_3 – показник використання трактора, зчіпного пристрою та сільськогосподарської техніки під час реалізації конкретного технологічного процесу.

Показник використання технічного обладнання обчислюється шляхом ділення часових витрат (t) на здійснення конкретного технологічного процесу на стандартне річне навантаження (T) механізму:

$$k_3 = \frac{t}{T_n}. \quad (3.8)$$

Витрати на здійснення поточних ремонтних робіт та технічного обслуговування складають, грн./га:

$$C_4 = \frac{B_T \cdot P_T}{100 \cdot W_{ГОД.} \cdot t_T} + \frac{B_{3ч} \cdot P_{3ч}}{100 \cdot W_{ГОД.} \cdot t_{3ч}} + \frac{B_M \cdot n_M \cdot P_M}{100 \cdot W_{ГОД.} \cdot t_M} \quad (3.9)$$

де $P_T, P_{3ч}, P_M$ – процентна ставка відрахувань на проведення поточного

ремонту та технічного обслуговування трактора, зчіпки та машин відповідно, %;

t_T, t_{34}, t_M – стандартний річний обсяг роботи для трактора, зчіпного обладнання та сільськогосподарських агрегатів відповідно, год.

Отже, представлена методика забезпечує можливість економічного аналізу матеріальних параметрів технологічного процесу і, як наслідок, визначення результативності використання виробничо-технологічного потенціалу при варіюванні розмірів земельних ділянок, відведених під культивування картоплі.

3.5 Методика економічного визначення збитків підприємства

внаслідок порушення термінів виконання технологічних процесів

Зниження продуктивності сільськогосподарських культур може відбуватися на будь-якому етапі механізованого технологічного циклу їх культивування через порушення оптимальних строків проведення агротехнічних заходів [32]. Зокрема, серед початкових технологічних процесів, які призводять до неефективного протікання фізіологічних процесів у рослинному організмі через невідповідність термінів виконання робіт агрокліматичним факторам, особливе місце займають ґрунтообробні операції та посівні роботи.

Як було відзначено раніше, порушення агротехнічно обґрунтованих строків проведення польових робіт спричиняє зменшення урожайності сільськогосподарських культур. Оцінка втрат продуктивності здійснювалася за допомогою методики, яка включає щоденний облік територій, оброблених із порушенням оптимальних термінів, з вираженням результатів у гектародобах (гадіб) (рисунок 3.3).

Методологічний підхід до встановлення сезонних параметрів

територій із порушенням строків агротехнічних заходів базується на наступних принципах. Горизонтальна координатна лінія відображає часові періоди календарного року, тоді як вертикальна - розміри земельних угідь, які підлягають обробці. У момент настання встановленого періоду для здійснення агротехнічного заходу проводиться вертикальна лінія від горизонтальної осі до місця пересічення з вертикальною віссю, що показує величину оброблюваної території. Від визначеної таким способом координати проводиться лінія до горизонтальної осі до позначки, що демонструє момент завершення виконання агротехнічної операції.

Формується трикутна фігура (рисунок 3.3), яка демонструє масштаби завдань, що підлягають реалізації протягом наступних 24 годин. У випадку, коли здійснення технологічного процесу характеризується надмірною тривалістю і виходить за межі встановлених агротехнічних меж, здійснюється визначення періоду та масштабів територій, оброблених з порушенням строків. Графічне відображення цього процесу відбувається наступним чином: від точки на осі абсцис, що фіксує завершення агротехнічних строків, проводиться вертикальна лінія до місця її перетину з лінією («динамікою» обробки ділянки), що характеризує скорочення площ у результаті проведення обробки. Заштрихована частина трикутної області (див. рисунок 3.3), сформованої таким методом, відображає масштаб завдань, виконаних із запізненням.

Проаналізуємо ситуацію зниження продуктивності сільськогосподарських культур внаслідок порушення часових рамок здійснення конкретної технологічної операції в механізованому виробництві. Припустимо, що на ділянці поля площею S^H технологічні заходи реалізовувались з відхиленням від оптимального графіку, а саме - з затримкою порівняно з найбільш сприятливими строками. У кожен наступний день t -го періоду обробці підлягала площа S_t^H , значення якої демонструє денну ефективність роботи машинно-тракторного агрегату. Протягом сільськогосподарського сезону показник S_t^H характеризується випадковою природою та визначається

комплексним впливом різноманітних факторів виробничого процесу (машинно-технічних, кліматичних, топографічних, ґрунтового-агрономічних, управлінсько-організаційних). Відповідно до цього [22]:

$$\sum_{t=1}^n \Delta S_t^H = S^H, \quad (3.10)$$

де n – кількість діб протягом яких технологічна операція виконувалась із запізненням.

Площу, яка не була оброблена на початку t -ї доби, позначають як S_{nt} . Відставання в обробці для кожного сегмента загальної площі (S_n) складає наступним чином: для S_{n1} – одна доба затримки, для S_{n2} – два дні відставання, ... для S_{nt} – відповідає t -й добі запізнення тощо.

Отже, величина територій, які не були оброблені у встановлені строки () для конкретної сільськогосподарської культури, дорівнює, гектаро-діб [41]:

$$Z^H = \sum_{t=1}^T t \cdot \Delta S_t^H + \frac{S_{T+1}^H}{k_g}. \quad (3.11)$$

де S_{T+1}^H – територія ділянки, на якій продукція сільськогосподарської культури була втрачена цілковито, га.

Для визначення зниження біологічного потенціалу продуктивності (B_0) конкретної сільськогосподарської культури було застосовано розрахункове співвідношення [24]:

$$B_0 = \sum U_k \cdot K_k \cdot S_{\gamma kt} \cdot t_k \cdot V_k, \quad (3.12)$$

де U_k – максимальна врожайність k -ї культури в умовах регіону, ц/га;

K_k – коефіцієнт втрат врожаю k -ї культури внаслідок затримки технологічної операції на одну добу [17];

$S_{\gamma kt}$ – площа γ -го поля k -ї культури, яка підлягає обробітці на t -й день, га;

t_k – кількість діб після завершення агротехнічно оптимальної дати сівби k -ї культури, діб;

V_k – ринкова вартість k -ї культури, грн/ц.

Загальний показник множень для конкретної рослинної культури характеризує масштаби земельних ділянок, засіяних поза оптимальними строками. Подовження тривалості робочих операцій через різноманітні фактори призводить до настання граничних меж посівного періоду для даної культури, що спричиняє формування незасіяних територій () на ділянках, де повністю втрачається можливість отримання врожаю вирощуваних рослин. Розрахунок таких збитків (B_n) здійснюється згідно з формулою [28]:

$$B_n = \sum_1^k U_k \cdot V_k \cdot \sum_1^{\gamma} S_{\gamma k}^n. \quad (3.13)$$

Відповідно до цього, визначення результативності машинно-тракторного парку через аналіз недоборів урожаю, які утворюються через порушення оптимальних строків проведення механізованих робіт, становить істотну основу для доведення раціональності використання виробничо-технічного потенціалу господарства.

3.6 Методика аналізу результатів експериментів

У наукових розвідках широко поширені випадки взаємозв'язків між параметрами, за яких одиничному показнику змінної (X) кореспондує множина варіантів змінної (Y), що утворюють певний розподіл. Подібні взаємозалежності, які можна встановити виключно шляхом масштабного аналізу параметрів, на противагу функціональним, отримали назву стохастичних (імовірнісних) або кореляційних [34].

При дослідженні взаємозалежностей між змінними постають два основні питання - щодо інтенсивності взаємозв'язку та його характеру. Для оцінювання ступеня та типу залежності застосовують відповідні статистичні підходи кореляційно-регресійного моделювання.

За своєю конфігурацією кореляційний зв'язок поділяється на лінійний

і криволінійний, а за спрямованістю - на прямий та обернений. Кореляційний і регресійний аналіз характеризують як простий у випадку вивчення взаємозв'язку двох змінних, а як множинний - при дослідженні взаємозалежності трьох або більшої кількості змінних. Для оцінювання інтенсивності (міцності) взаємозв'язку застосовують коефіцієнт кореляції (r) та кореляційне відношення (η).

Прийнято вважати, що коли коефіцієнт кореляції менший за 0,3, то взаємозв'язок між досліджуваними параметрами є незначним, при значеннях $r = 0,3-0,7$ спостерігається помірна кореляційна залежність, а коли $r > 0,7$ - фіксується потужний зв'язок між змінними.

Кореляційне поле, що являє собою графічне зображення експериментальних даних у декартовій системі координат (де вісь X представляє одну змінну, а вісь Y - іншу), демонструє існування взаємозв'язку між досліджуваними величинами [28].

Математичне відображення залежності між результативною змінною і фактором описується регресійним або кореляційним рівнянням. У випадку однофакторної регресії модель записується в узагальненому вигляді: $Y = f(X)$, а для багатфакторної - $Y = f(X, Z, V, \dots)$. Лінійний зв'язок графічно представляється прямою, нелінійний - кривими лініями (параболічними, гіперболічними та іншими функціями). Зазвичай тип регресійної моделі визначають шляхом аналізу діаграми розсіювання, де кожна пара спостережень позначається координатною точкою. Коли взаємне розташування таких точок не дозволяє виділити певну криву, навколо якої вони концентруються, застосовують лінійну кореляційну модель.

Лінійний (прямолінійний) кореляційний зв'язок між змінними X та Y являє собою залежність, що характеризується прямолінійною природою та описується за допомогою рівняння прямої лінії.

При рівномірних змінах незалежної змінної, коли швидкість варіації залежної змінної є нерівномірною, таку регресійну залежність характеризують як нелінійну.

Щоб сконструювати теоретичну регресійну пряму, необхідно обчислити параметри її рівняння, які отримали назву регресійних коефіцієнтів. Дані параметри, подібно до всіх інших статистичних характеристик, визначаються за допомогою методу найменших квадратів.

Надамо стислий опис алгоритму проведення обчислень. Спочатку на основі отриманих експериментальних послідовностей даних формулюють припущення стосовно характеру кореляційного зв'язку та виду регресійного рівняння.

На підставі отриманого емпіричного набору (сукупності числових пар) здійснюють побудову точок у координатній системі, обравши належний масштаб. Аналізуючи вид кореляційного поля (характер розташування точок у координатах), формулюють припущення стосовно типу кореляційної залежності. Виходячи з цього, обирають вид та формулу регресійної функції, що характеризує дану закономірність.

Оцінювання інтенсивності кореляційного взаємозв'язку (коефіцієнт кореляції, кореляційне відношення). З метою обчислення параметрів, які використовуються у відповідних формулах, створюється обчислювальна таблиця (табл. 3.1.), де стовпці 1-3 заповнюються відповідно до рядків емпіричних даних. При лінійній кореляції така таблиця формуватиметься з наведених нижче стовпців.

Обчислення середніх величин X_c та Y_c здійснюється за допомогою формул [24]

$$X_c = \frac{\sum X}{n} \quad (3.14)$$

$$Y_c = \frac{\sum Y}{n} \quad (3.15)$$

де n - кількість парних значень у досліджуваній вибірці.

Обчислюють розбіжності між експериментальними значеннями і їхні квадратичні величини, які заносять у відповідні стовпці таблиці 3.1.

Обчислення коефіцієнта кореляції здійснюється відповідно до

наступного виразу:

$$r = \frac{\sum (X - X_c) \cdot (Y - Y_c)}{\sqrt{\sum (X - X_c)^2 \cdot (Y - Y_c)^2}} \quad (3.16)$$

де $\sum (X - X_c)^2$ - сума квадратів відхилень індивідуальних значень X від загальної середньоарифметичної X_c ;
 $\sum (Y - Y_c)^2$ - сума квадратів відхилень індивідуальних значень Y від загальної середньоарифметичної Y_c .

Таблиця 3.1. Зразок розрахункової таблиці

N	X	Y	$X - X_c$	$(X - X_c)^2$	$Y - Y_c$	$(Y - Y_c)^2$	$(X - X_c) \cdot (Y - Y_c)$
1	2	3	4	5	6	7	8
1							
2							
...
n							

При оцінюванні достовірності коефіцієнта кореляції встановлюють стандартне відхилення, показник статистичної значущості та довірчі межі.

Стандартне відхилення обчислюється згідно з наступною формулою:

$$S_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{v}} \quad (3.17)$$

де v - число ступенів вільності. Це число рівне $v = n - 2$.

Розраховується показник статистичної значущості згідно з виразом:

$$t_r = \frac{r}{S_r} \quad (3.18)$$

Якщо $t_r > t_{теор}$ то кореляційний зв'язок значний, а коди $t_r < t_{теор}$ - незначний. Теоретичне значення критерій t знаходять за таблицею Стюдента [28]. Рівень значимості приймають 5%-ий або 1%-ий.

Довірчі інтервали визначити наступним чином:

$$r \pm t_{05} \cdot S_r \quad (3.19)$$

Коефіцієнт регресії визначають за формулою:

$$b_{yx} = \frac{\sum (X - X_c) \cdot (Y - Y_c)}{\sum (X - X_c)^2} \quad (3.20)$$

$$b_{xy} = \frac{\sum (X - X_c) \cdot (Y - Y_c)}{\sum (Y - Y_c)^2} \quad (3.21)$$

Правильність розрахунків перевірити за критерієм

$$b_{yx} b_{xy} = r^2 \quad (3.22)$$

Рівняння лінійної регресії записують формулою:

$$Y = Y_c + b_{yx} \cdot (X - X_c). \quad (3.23)$$

Визначають похибку коефіцієнтів регресії за формулами:

$$S_{byx} = S_r \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_c)^2}{\sum (X - X_c)^2}} \quad (3.24)$$

$$S_{bxy} = S_r \sqrt{\frac{\sum (X - X_c)^2}{\sum (Y - Y_c)^2}} \quad (3.25)$$

де S_{byx} , S_{bxy} - похибка коефіцієнта регресії відповідно до величини Y відносно X і величини X відносно Y ;

S_{yx} - загальна похибка коефіцієнта регресії.

Визначити межі довірного інтервалу коефіцієнта регресії:

$$b_{yx} \pm t_{05} \cdot S_b \quad (3.26)$$

Створюють регресійну пряму, визначають її математичне рівняння та параметри регресії. На діаграмі позначають область довіри для регресійної прямої. З цією метою угору та вниз від теоретичної регресійної прямої відмічають значення одного (68%-ий інтервал) чи двох (95%-ий інтервал) стандартних відхилень від регресії, а саме $\pm S_{yx}$ або $\pm 2S_{yx}$, після чого з'єднують отримані точки переривчастими лініями. Простір, розташований між зазначеними лініями, іменується довірчою областю регресійної прямої.

Якість апроксимації оцінюють за допомогою коефіцієнта кореляції r ,

що обчислюється між фактичними та згладженими величинами:

$$r' = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_c)^2 - \sum (Y_{cx} - Y)^2}{\sum (Y - Y_c)^2}} \quad (3.27)$$

При значенні коефіцієнта кореляції $r > 0.65$ процес вирівнювання розглядається як прийнятний, тоді як показник $r < 0.65$ свідчить про незадовільне узгодження експериментальних результатів з вирівняними величинами.

Висновки

1. Створена дослідницька програма та узагальнена методологічна схема включає шість послідовно структурованих стадій. Реалізація даних дослідницьких стадій забезпечує вирішення визначених цілей магістерського дослідження.

2. Обробка експериментальних даних із застосуванням математичних методів ґрунтується на апробованих методологічних підходах, які дозволяють створювати достовірні поради для організацій стосовно оптимального використання їхнього виробничого та технологічного потенціалу.

3. Запропонований підхід для аналізу результативності виробничо-технічного потенціалу аграрних господарств у процесі культивування картоплі базується на послідовному та поетапному обчисленні часових параметрів здійснення необхідних агротехнічних заходів при вирощуванні даної культури, зіставленні отриманих значень з агрономічно обґрунтованими нормативами та визначенні параметрів земельних ділянок, які зазнали несвоєчасної обробки у випадку виявлення відхилень від встановлених термінів.

4. Застосування універсального алгоритмічного підходу при створенні математичної моделі механізованого культивування картоплі забезпечує достовірне представлення хронологічної послідовності технологічних операцій та дозволяє одержати обґрунтовані дані щодо ключових фізичних

параметрів продуктивності машинно-тракторного комплексу.

4 РЕЗУЛЬТАТИ ВИРОБНИЧИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ ТА ЦИФРОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ

4.1 Результати дослідження дотримання часових параметрів при здійсненні виробничих процесів

Відповідно до попередньо представленої інформації, аналіз показників посівних площ та технічного оснащення сільськогосподарського виробництва дозволив нам визначити необхідність дослідження раціональності використання виробничо-технічного забезпечення механізованого картоплярства. Дана проблематика обумовлюється щорічною потребою у визначенні нових земельних ділянок для розміщення картопляних насаджень та науковому обґрунтуванні оптимальних розмірів територій, що мають бути задіяні під дану сільськогосподарську культуру.

Дослідження технічного забезпечення картоплярських господарств показало, що виробничі операції здійснюються за допомогою машинно-тракторного агрегату, створеного на основі енергетичного засобу з тяговим зусиллям 14 кН у комплекті із спеціалізованим обладнанням для культивування картоплі. Зрозуміло, що раціональне застосування наявного технічного парку вимагає точного визначення оптимальних розмірів площ під картоплю. За умови надмірного збільшення посівних площ технологічні роботи виконуватимуться із запізненням, що спричинить втрати продукції, водночас недостатні площі культури призведуть до неефективного використання обладнання та його простоїв.

Виходячи з цього, постає технічна проблема визначення такого розміру посівної території (раціонального розміру), при якому застосування існуючого комплексу профільних машин створить можливість досягти критерію найнижчих питомих загальних затрат (E) ресурсів (див. п.2.4). На основі встановленого раціонального розміру території для наявної машинної системи з'являється перспектива обґрунтування продуктивності виробничо-технологічного потенціалу аграрного господарства.

Визначення Е відбувається через аналіз експлуатаційних параметрів механізованого культивування картоплі існуючим машинно-тракторним парком: 1) величина (Ω_n) реально здійснених операцій, га; 2) розмір (Z_n) порушених строками обробітку територій, га·діб.

Для виявлення залежностей варіації зазначених параметрів залежно від збільшення посівних площ культури було здійснено математичне моделювання технологічного процесу машинного культивування картоплі [28, 49].

Симуляційні розрахунки здійснювались для сільськогосподарських угідь в діапазоні від 10 до 70 га з поступовим збільшенням площі на 5 га

4.2 Результати вартісного оцінення витрат на виконання процесу

Для вартісного оцінення витрат на виконання процесу механізованого вирощування картоплі використано загальновідому методику побудови технологічних карт, та методику наведену в п. 3.3.

Початкові дані вартісного оцінення витрат на виконання процесу наведено в додатку А.

Наведемо приклад вартісного оцінення витрат для технологічної операції – оранка із використанням машинного-агрегату – ЮМЗ-10240+ПЛН-3-35, який працює на площі 40 га.

Використовуючи методику наведену в п. 3.3 встановлено питомі витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу, на паливно-мастильні матеріали, амортизаційні відрахування на реновацію машин в агрегаті, на поточний ремонт і ТО, а також сумарні питомі експлуатаційні витрати. Результати розрахунків наведено в таблиці 4.1.

Аналогічні розрахунки виконано для інших технологічних операцій вирощування картоплі. Результати розрахунків занесено у таблицю 4.1.

Прямі витрати на весь обсяг робіт знаходять множенням витрат на

одиницю роботи і обсяг роботи.

Виконання зазначених розрахунків для різних варіантів площ (10..70 га) вирощування картоплі дає можливість встановити закономірність зміни показників ефективності процесу механізованого вирощування культури та обґрунтувати оптимальну площу для заданого комплексу машин.

Встановлення розмірів територій з порушеними строками обробітку відбувається згідно з раніше викладеним підходом через застосування математичної моделі, створеної науковцями кафедри. Дійсно, щодо земельних ділянок, призначених для культивування картоплі, було визначено, що проведення першого боронування до появи сходів відбувається поза рамками агротехнічно доцільного періоду (див. табл. 4.1).40 га За наведених обставин, грошове визначення збитків урожайності внаслідок порушення строків здійснимо згідно з рівнянням (3.12).

Оцінка економічних збитків сільськогосподарської продукції внаслідок порушення термінів виконання додаткових агротехнічних заходів здійснювалася за використанням ідентичного методологічного підходу.

4.3 Результати оптимізації виробничої площі

Протягом останнього періоду набуває значущості необхідність визначення оптимальних розмірів посівних площ під картоплю, що забезпечують максимальну ефективність експлуатації існуючих технологічно-виробничих потужностей.

У даних обставинах постає технічна проблема – визначення найефективнішого масштабу культивування картоплі для існуючого машинно-тракторного парку, створеного на основі трактора ЮМЗ-10240.

На основі методологічних підходів, викладених у попередніх частинах дослідження, було проведено обчислення з метою визначення

експлуатаційних параметрів відповідного машинного агрегату (табл. 4.1). Використовуючи отримані експлуатаційні показники, здійснено аналіз економічних затрат на реалізацію автоматизованого технологічного процесу.

Подібні обчислення здійснено для площі вирощування в діапазоні 10- з інтервалом , що уможливило визначення характеру варіації даних параметрів і досягнення оптимальних розмірів картопляних угідь відповідно до наявного машинного парку (табл. 4.2.)

Створення діаграми (рисунок 4.2), що демонструє динаміку наведених параметрів: 1) питомих збитків підприємства, грн/га; 2) питомих операційних затрат, грн/га; 3) питомих загальних затрат, грн/га дозволяє більш чітко визначити найнижче значення питомих загальних затрат і обґрунтувати раціональну площу культивування картоплі.

Встановлення раціональної території культивування картоплі для механізованого комплексу, створеного на основі трактора ЮМЗ-10240, становить суттєвий фундамент для керування технологічним циклом під час фази його проектування.

Висновок

Використовуючи математичне моделювання процедур механізованого культивування картоплі за допомогою існуючого набору профільного обладнання на основі трактора ЮМЗ-10240, вдалося визначити кореляцію (рисунок 4.1) між розмірами територій, що не отримали своєчасної агротехнічної обробки, та загальною площею посівів даної культури.

Застосування кореляційно-регресійного аналізу дозволило визначити математичну модель, що характеризує взаємозв'язок між розмірами культивованих територій та площами із порушенням термінів агротехнічних

операцій – $Z_H = 0.0021Sk^4 - 0.2191Sk^3 + 7.9479Sk^2 - 109.07Sk + 428.01$, при цьому коефіцієнт кореляції дорівнює $r = 0.898$.

Визначення показників ефективності технологічного процесу стало можливим завдяки аналізу фізичних параметрів експлуатації існуючого машинно-тракторного парку при механізованому культивуванні картоплі, що базувався на співставленні реально здійснених операцій із площами, які не були оброблені в оптимальні агротехнічні терміни.

Застосування оптимізаційних обчислень разом із графоаналітичними методами дослідження демонструє, що при досягненні найбільш ефективної площі обробітку картопляних насаджень – 40 га із залученням наявного єдиного набору профільного механізованого обладнання, створеного на основі тракторної техніки ЮМЗ-10240, сумарні приведені витрати на одиницю площі досягають найнижчого рівня й дорівнюють 15227,5 грн/га.

5 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТРУДОВОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЗАХИСТ У КРИЗОВИХ ОБСТАВИНАХ

5.1 Дослідження технологічного процесу з позицій структурного та функціонального підходу

Робоче середовище оператора сільськогосподарських машин під час виконання польових робіт містить різноманітні ризики травматизму та потенційні аварійні ситуації. Забезпечення безпечних умов праці безпосередньо у зоні функціонування механізатора - всередині тракторної кабіни та в прилеглий території, суттєво визначає ефективність використання трудових ресурсів та, як наслідок, загальну результативність роботи машинно-тракторного агрегату.

Забезпечення належних умов безпеки трудової діяльності становить один із ключових напрямків оптимізації результативності здійснення механізованого культивування сільськогосподарських рослин.

З метою визначення категорій факторів, які відрізняються здатністю спричиняти формування небезпечних для травмування та аварійних ситуацій, необхідно проаналізувати типи технологічних етапів і процедур, що відбуваються під час механізованого культивування сільськогосподарських рослин. Технологічні етапи включають: 1) транспортування агрегату до робочої ділянки; 2) функціонування агрегату на робочій ділянці; 3) транспортування агрегату з робочої ділянки. Технологічні процедури складаються з: 1) продуктивного руху машини; 2) непродуктивного руху машини (маневрування, переміщення до наступної ділянки); 3) припинення руху.

Травматичні ризики можуть виникати внаслідок наступних факторів: 1) пошкодження від рухомих механізмів обладнання; 2) порушення функціонування систем управління, гальмівних пристроїв та зчеплення; 3) перебільшення допустимих швидкісних режимів; 4) вихід з ладу окремих компонентів технічного комплексу; 5) критичний стан транспортних шляхів;

б) порушення вимог протипожежного режиму; 7) стан алкогольного сп'яніння.

5.2 Дослідження механізмів формування травматичних ситуацій та катастрофічних подій

Методика, створена Д.Хенлі та Х.Кумамото, забезпечує можливість проведення математичного аналізу моделей через конструювання структур відказів і операторських помилок у різноманітних системах для визначення імовірнісних показників настання непередбачуваних явищ, зокрема аварійних ситуацій, травматичних випадків і катастрофічних подій [23].

Розглянемо фундаментальні засади створення логічно-імітаційної моделі. Визначається конкретний технологічний процес, протягом реалізації якого відбувалися в минулому або потенційно можуть виникнути аварійні ситуації, нещасні випадки на виробництві чи техногенні катастрофи. У візуальному представленні дана модель своїм виглядом схожа на розгалуження деревної крони, що обумовило її найменування як "дерево відмов і помилок". Первинні події в такій структурі отримали назву базових елементів.

У процесі створення логіко-імітаційних моделей для позначення та опису конкретних подій використовуються різноманітні символічні елементи. Зазвичай конструювання моделі ініціюється з центральної події, після чого інші компоненти розташовуються у вертикальному порядку від верху до низу до досягнення фундаментальних подій.

У схематичному зображенні кожен пронумерований елемент представляє конкретну подію чи стадію формування моделі: 1 – основна подія, що характеризує збій (катастрофу, пошкодження) системи; 2 – ланцюг подій, які зумовлюють системний збій; 3 – відображення послідовності подій здійснюється через застосування логічних операцій; 4 – всі події на вході та виході моделі представляються прямокутними фігурами з відповідними

позначеннями; 5 – поетапне звернення до фундаментальних подій з відомою частотою появи; 6 – фундаментальні події відображаються круглими символами з внутрішніми написами і становлять границю дослідження створеної моделі.

5.3 Розробка логічно-імітаційної моделі травм

В результаті здійснення дослідження можливо ідентифікувати та визначити первинну подію, що ініціює небезпечні явища, для кожного з логічних механізмів розвитку та потенційного настання травматичних і катастрофічних обставин, до появи шкідливих результатів.

Процедура визначення ступеня ризику для трудових позицій, технічного обладнання, технологічних операцій та виробничих підрозділів орієнтована на встановлення об'єктивного параметра небезпечності щодо певного досліджуваного елемента [23]. У якості такого індикатора застосовується вірогідність настання нещасного випадку або пошкодження в залежності від характеру явища, що підлягає аналізу.

Використання ймовірнісного підходу до розрахунку настання довільних стохастичних подій дозволяє здійснити кількісну оцінку ступеня ризику конкретного об'єкта або процесу. Цей підхід знаходить широке впровадження у закордонній інженерній діяльності. Його базові засади ґрунтуються на проведенні аналізу виробничої зони або індивідуального обладнання з метою ідентифікації потенційних загроз та можливих надзвичайних чи травмонебезпечних обставин. У процесі аналізу ситуацій встановлюють інциденти, які можуть виступати ключовою подією під час створення логіко-імітаційної моделі травмування. Наступним кроком є розробка моделі "дерева несправностей та помилок працівника". Необхідно підкреслити, що критично важливим є адекватне визначення ключової події, оскільки від цього залежить обґрунтованість здійснення та результативність

моделі.

Розглянемо підхід до створення логічно-імітаційної моделі.

Вибір ключової події, що призводить до травматизму та потребує моделювання, здійснюється на основі аналізу конкретного об'єкта, технологічного процесу або окремого устаткування, а також характеру найнебезпечнішого феномену, який може виникнути за певних виробничих обставин.

Обравши провідну стохастичну подію як основу дослідження, переходимо до формування структурної схеми ("деревоподібної конструкції"). Застосовуючи логічні зв'язки "і" та "або", залучаємо сукупність раніше ідентифікованих обставин, що здатні спричинити настання явища, визначеного як центральне або пріоритетне.

Першочергово встановлюються потенційно небезпечні обставини та їх чисельність, які можуть виникнути під час досліджуваного процесу, після чого ідентифікуються додаткові явища, що належать до кожної з таких обставин, через логічний розбір з використанням операторів "і", "або" та інших. Формування моделі продовжується доти, доки не будуть виявлені всі фундаментальні події, що встановлюють границі моделі.

Необхідно враховувати, що будь-яка стохастична подія, що включає елементарні події, здатна утворюватися та відбуватися через поєднання двох, трьох або більшої кількості елементарних подій завдяки застосуванню відповідних логічних операторів.

Створена та протестована модель потребує математичного аналізу з метою обчислення ймовірностей для всіх стохастичних процесів, включених у модельну структуру, від фундаментальних елементів до ключового результату.

На основі виробничої інформації проводиться розрахунок імовірності основних випадків. Розглянемо приклад з основною подією "стан нагляду за безпекою праці". Щоб обчислити імовірність, необхідно визначити ступінь (у процентному вираженні) реалізації відповідного нагляду на підприємстві

відносно оптимального показника. У разі встановлення такого ступеня нагляду на рівні 50% чи 30%, імовірність відповідно складатиме 0,5 та 0,3. За умови повної відсутності нагляду імовірність "нереалізації контрольних заходів" досягне 1, а при досконалому наглядові імовірність становитиме 0.

Наступним етапом після визначення ймовірностей усіх випадків, що знаходяться в ромбічних елементах, та первинних випадків є присвоєння цифрових ідентифікаторів всім стохастичним явищам, включеним до структури моделі, починаючи процедуру нумерації з нижньої лівої частини деревоподібної схеми.

Можна стверджувати, що конкретна модель готова для здійснення математичного розрахунку ймовірностей стохастичних явищ у рамках логіко-симуляційної моделі

Таким чином, з метою створення логіко-імітаційної моделі процедури розвитку та появи аварійних ситуацій і травматизму під час культивування рослин, необхідно скласти каталог фундаментальних подій. Ці події становитимуть основу створюваної моделі. Кожному елементу (позиції) буде надано конкретне числове значення вірогідності його настання:

1. Рівень організації заходів безпеки трудової діяльності $P_1 = 0,25$;
2. Недбалий підхід до здійснення технічного обслуговування $P_2 = 0,05$;
3. Відсутність комплектуючих $P_3 = 0,1$;
4. Невисока міцність..... $P_4 = 0,03$;
5. Технічне обладнання, що втратило актуальність..... $P_6 = 0,3$;
6. Поява перепон на робочій ділянці в процесі виконання операційного циклу $P_7 = 0,2$;
7. Досвід роботи..... $P_{12} = 0,5$.
8. Кваліфікаційний ступінь механізатора становить $P_{13} = 0,5$;
9. Показник психофізіологічного статусу механізатора-тракториста $P_{14} = 0,3$;

Відповідно до представлених явищ формуємо систему логічних кореляцій між індивідуальними елементами, візуальне представлення якої продемонстровано на рисунок 5.1.

Здійснимо обчислення ймовірнісних показників для подій, які складають основу логіко-імітаційної моделі технологічного циклу механізованого культивування картоплі. Проаналізуємо небезпечну з точки зору травматизму обстановку, що може виникати під час експлуатації техніки на суттєвих схилах земельної ділянки, поблизу ярів або в процесі їх обходу, яка здатна спричинити опрокидування агрегату. Визначення ймовірності настання події P_5 проводимо таким способом:

$$P_5 = 0,25 + 0,05 + 0,03 + 0,1 - 0,25 \cdot 0,05 - 0,25 \cdot 0,03 - 0,25 \cdot 0,1 - 0,05 \cdot 0,03 - 0,05 \cdot 0,1 - 0,03 \cdot 0,1 + 0,25 \cdot 0,05 \cdot 0,03 \cdot 0,1 = 0,37$$

Визначення ймовірності появи події P_{10} здійснюється наступним чином:

$$P_{10} = 0,25 + 0,05 - 0,25 \cdot 0,05 = 0,2875$$

Встановлення ймовірності настання події P_{11} здійснюється наступним чином:

$$P_{11} = 0,2 \cdot 0,37 \cdot 0,3 \cdot 0,3 = 0,0064$$

Визначення ймовірності події P_{15} здійснюється за допомогою такого підходу:

$$P_{15} = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,3 = 0,075$$

Ймовірність події P_{18} :

$$P_{18} = 0,5 + 0,3 - 0,5 \cdot 0,3 = 0,65$$

Ймовірність події P_{19} :

$$P_{19} = 0,075 \cdot 0,65 = 0,0488$$

Ймовірність події P_{20} :

$$P_{20} = 0,0064 + 0,0488 = 0,0544$$

Отже, ризик отримання травматичних ушкоджень персоналом при перевертанні механізму характеризується незначним рівнем. Застосування логічно-імітаційного моделювання в аналізі нещасних випадків і травматизму та розробці заходів з безпеки праці дозволяє зменшити ризик настання аварійних і травматично-небезпечних обставин.

5.4 Розробка заходів щодо захисту цивільного населення

Значущість питань екологічно-промислової захищеності для громадян і територіальних одиниць обґрунтовується збільшенням людських жертв внаслідок стихійних лих, техногенних аварій та катаклізмів. Загроза виникнення критичних обставин природного й промислового походження постійно підвищується, що робить проблематику охорони населення від надзвичайних подій надзвичайно актуальною в сучасних умовах.

Реалізація дій з мінімізації негативного впливу катастрофічних подій проводиться з метою попереднього забезпечення готовності організацій до екстремальних обставин, формування передумов для збільшення надійності їхнього функціонування, а також виконання невідкладних операцій з порятунку постраждалих.

Керівники підприємств несуть відповідальність за налагодження системи цивільної оборони відповідно до положень Закону "Про цивільну оборону України". Адміністрація організацій зобов'язана постачати персонал захисними засобами (як особистими, так і груповими), а також формувати спеціальні підрозділи для усунення наслідків екстремальних обставин.

У рамках цивільної оборони конкретного підприємства слід організувати оборону людських ресурсів наступним способом:

- забезпечення укриття мешканців у спеціальних оборонних об'єктах;
- застосування індивідуальних та медичних засобів забезпечення безпеки;
- створення оборонних конструкцій, висаджування лісозахисних насаджень.

Забезпечення населення укриттям у захисних об'єктах, що здійснюється згідно з встановленим розподілом, реалізується через формування запасу відповідних споруд.

Вивезення людей з територій, що характеризуються наявністю потенційно загрозливих промислових об'єктів, а також в умовах воєнного стану, представляє собою фундаментальний метод забезпечення безпеки громадян шляхом їх переселення до сільських районів поза межами урбанізованих територій.

Реалізація медичного забезпечення спрямована на мінімізацію рівня постраждалих серед населення, оперативне застосування лікувальних заходів щодо уражених осіб та проведення їх терапії, а також підтримання санітарно-епідеміологічної стабільності на територіях, де виникли екстремальні обставини.

Система захисту від радіаційних і хімічних загроз охоплює комплекс дій з розвідки та аналізу радіологічної і хімічної ситуації, координацію та проведення дозиметричного і хімічного моніторингу, створення стандартних схем протирадіаційного захисту, постачання індивідуальними захисними засобами, координацію та виконання спеціальних обробних процедур.

Відселення людності становить головний метод забезпечення безпеки мешканців під час воєнних дій, а також у населених пунктах із наявністю потенційно небезпечних підприємств, при цьому основною стратегією є переміщення громадян до заміських територій та їх подальше розташування там.

Висновки

Згідно з науковими дослідженнями, вивчення факторів, обставин і джерел виникнення різноманітних нещасних випадків, травматизму на виробництві та окремих техногенних катастроф демонструє можливість попереднього прогнозування механізмів зародження та розвитку подібних інцидентів через застосування методології створення "дерева відмов" і аналізу помилкових дій операторів у людино-технічних комплексах аграрної галузі.

Проаналізували небезпечну з точки зору травмування обстановку, яка формується при функціонуванні механізованого комплексу на суттєвих схилах земельної ділянки, поблизу яружних утворень або під час їх обходу, що здатна спровокувати опрокидування технічного засобу. Було встановлено, що вірогідність отримання травматичних пошкоджень оператором у момент опрокидування агрегату характеризується незначними показниками і дорівнює .

Захист громадянського населення від надзвичайних ситуацій набуває критичної важливості в сучасних умовах, оскільки загрози природних катастроф та техногенних аварій постійно посилюються.

6 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ОБРАНИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

Встановлення оптимальних розмірів посівних площ картоплі, які забезпечуватимуть найвищий рівень продуктивності агровиробництва, потребує проведення багаторазових обчислювальних циклів математичного моделювання технологічного процесу культивування даної сільськогосподарської культури. Одержані внаслідок цього дані створять можливість для формування залежностей, що відображають динаміку ключових параметрів ефективності виробничої діяльності.

Для досягнення зазначених цілей потрібно визначити такі економічні параметри: 1) сукупні операційні затрати на здійснення механізованого культивування картоплі; 2) оцінка втрат продукції; 3) безпосередні та одноразові видатки; 4) загальний дохід; 5) показник прибутковості; 6) отриманий прибуток після вирахування витрат; 7) виробнича собівартість одиниці продукції; 8) період повернення інвестованого капіталу.

На основі проведеного математичного моделювання механізованого культивування картоплі було визначено величини операційних затрат. Множення даних затрат на відповідну територію (), де вони формуються, дозволяє визначити сукупні операційні витрати для реалізації технологічного процесу: 40 га

Сукупні амортизаційні нарахування становлять 302324 грн.

Сукупні кошти, витрачені на технічне обслуговування та поточні ремонтні роботи, становлять 93315,2 грн.

Сукупні витрати на пально-мастильні матеріали становлять 136640 грн.

Сукупні видатки на оплату праці становлять 60859,2 грн.

Сукупний збиток організації становить 593138 грн.

Безпосередні одноразові експенси (Вп) на органічні підживлення, мінеральні підживлення, посівний матеріал, препарати проти бур'янів розраховують згідно з формулою:

$$B_n = \Sigma(\Omega \cdot C) \cdot S, \quad (6.1)$$

де C – комерційна ціна мінеральних добрив, посівного матеріалу, засобів захисту рослин, грн./т (грн./кг, грн./г); Ω – встановлений обсяг застосування, т/га (кг/га, г/га).

Відповідно, спираючись на показники дозування (дивись табл. 4.1) і ціни (додаток Б) мінеральних добрив, посівного матеріалу та засобів захисту рослин від бур'янів розрахуємо фінансові затрати на їх закупівлю:

$$B_n = (3 \cdot 200 + 1,1 \cdot 6600 + 4 \cdot 15000 + 50 \cdot 20) \cdot 40 = 2754400 \text{ грн.}$$

Валовий дохід (D_v) знайдемо:

$$D_v = S \cdot C \cdot Y - B_{зв}, \quad (6.2)$$

де Y – урожайність культури, т/га.

Визначимо валовий прибуток у грошовому еквіваленті:

$$D_v = 40 \cdot 7000 \cdot 20 - 2754400 = 2845600 \text{ грн.}$$

Величина чистого прибутку розраховується згідно з формулою:

$$C_d = D_v - B_z \quad (6.3)$$

де B_z – загальні експлуатаційні витрати, грн.

Підставивши значення показників отримаємо:

$$C_d = 2845600 - 593138 = 2252462 \text{ грн.}$$

Рівень рентабельності [5, 31] знайдемо:

$$P = 100 \cdot C_d / (B_z + B_n). \quad (6.4)$$

Підставивши значення отримаємо:

$$P = 100 \cdot 2252462 / (593138 + 2754400) = 47,3\%.$$

Собівартість продукції знайдемо:

$$C_n = (B_z + B_n) / (Y \cdot S - Z), \quad (6.5)$$

де Z представляє величину недоотриманого врожаю сільськогосподарської культури внаслідок порушення строків виконання агротехнічних заходів під час її культивування, т.

Величина недоотриманого врожаю картоплі встановлена під час проведення оптимізаційних обчислень щодо площі даної культури для конкретного машинного комплексу (див. табл. 4.1) і складає – 1,33 т.

Таким чином, собівартість продукції:

$$C_n = (593138 + 2754400) / (20 \cdot 40 - 1,33) = 4326,8 \text{ грн/т.}$$

Таким чином, витрати на виробництво картоплі складають 4,3 грн.1 кг

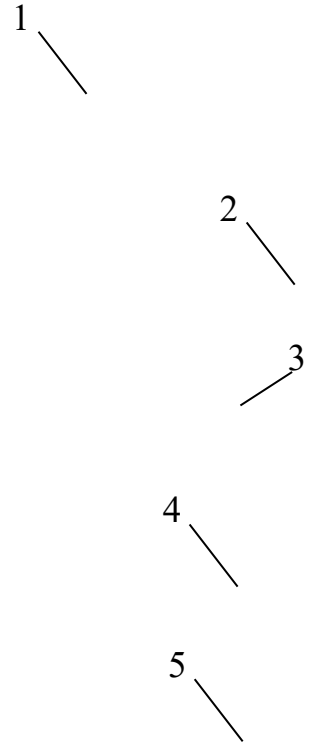
Одержані дані представлено в табл. 6.1.

Період повернення інвестованого капіталу (Т) для капітальних вкладень (К) розраховуємо наступним чином:

$$T = K / Ч_0. \quad (6.6)$$

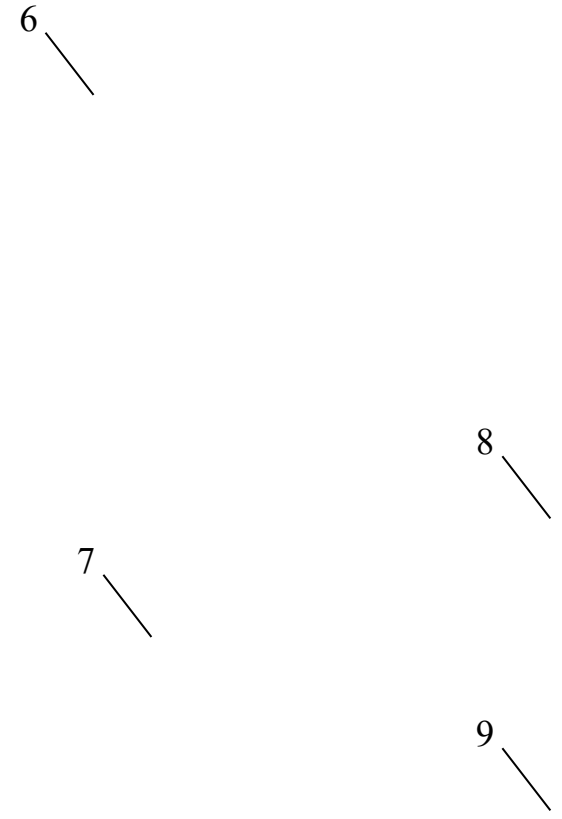
Інвестиції у виробництво картоплі охоплюють витрати на придбання механізованого обладнання, призначеного для здійснення технологічних операцій культивування даної сільськогосподарської культури (додаток А і Б).

Загальні витраги B , грн.



Площа культури S_k , га

Загальні витраги B , грн.



Площа культури S_k , га

Собівартість C , грн/т.

Площа культури S_k , га

а)

Термін окупності капіталовкладень T_k , років.

Площа культури S_k , га

б)

Рівень рентабельності R , %

Площа культури S_k , га

Отже, культивування картоплі на земельній ділянці оптимальних розмірів – 40 га гарантує досягнення найменших питомих загальних фінансових затрат при здійсненні технологічних операцій машинно-тракторним агрегатом на основі трактора ЮМЗ-10240, який перебуває у розпорядженні господарства. Показник прибутковості картоплярства складає 47,3%.

Висновки

Результати математичного моделювання механізованого культивування картоплі щодо експлуатаційних витрат дозволили визначити сукупні річні витрати господарства.

Визначення ключових індикаторів економічної результативності матеріально-технічної бази організації для діапазону посівних територій картоплі від 10 до 70 га забезпечило можливість виявити їхні тенденції залежно від збільшення площі вирощування даної культури (рисунки 6.1-6.3).

Виявлені залежності ключових параметрів економічної результативності виробничо-технологічних засобів свідчать про доцільність їх застосування на територіях розміром 40-60 га

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Сприятливі природно-кліматичні та ґрунтові характеристики дозволяють аграрним господарствам України виділяти значні території для культивування картоплі. Картоплярство відіграє важливу економічну та суспільну роль як на рівні окремого господарства, так і в масштабах всієї країни. Проте здійснений аналіз територій, відведених під цю сільськогосподарську культуру в державі, свідчить про те, що протягом 2020-2024 років спостерігалось скорочення площ під картоплею на 11%.

2. Оптимізацію співвідношення між розмірами виробничих територій та характеристиками комплексу спеціалізованої техніки доцільно проводити, базуючись на економічному показнику – найменших питомих загальних фінансових затратах, що включають операційні видатки та збитки організації від порушення термінів виконання технологічних процесів.

3. Запропонована методика аналізу результативності використання виробничих і технічних засобів аграрного господарства при культивуванні картопляних насаджень базується на послідовному та циклічному обчисленні часових параметрів реалізації необхідних агротехнологічних заходів під час вегетаційного періоду культури, зіставленні отриманих значень із науково обґрунтованими агрономічними нормативами та визначенні параметрів територій, які не були оброблені у встановлені терміни у випадку виявлення темпоральних відхилень.

4. Застосування універсального алгоритмічного підходу при створенні математичної моделі механізованого культивування картоплі забезпечує достовірне представлення хронологічної послідовності технологічних операцій і дозволяє одержати надійні дані щодо ключових фізичних параметрів продуктивності машинно-тракторного агрегату.

5. Застосування математичного моделювання для аналізу механізованого культивування картоплі з залученням існуючого набору профільних агрегатів на основі тракторної техніки ЮМЗ-10240 дозволило визначити

функціональну залежність (рисунок 4.1) між розмірами територій культури та величиною площ, що не отримали обробітку у встановлені агротехнічні строки.

6. Графоаналітичні дослідження та оптимізаційні обчислення демонструють, що мінімальні питомі сукупні зведені витрати у розмірі 15227,5 грн/га досягаються при оптимальній площі вирощування картоплі – 40 га з використанням єдиного спеціалізованого машинно-тракторного агрегату, створеного на основі трактора ЮМЗ-10240.

7. Згідно з науковими дослідженнями, вивчення факторів, обставин та первопричин різноманітних нещасних випадків, травматизму на виробництві та окремих техногенних подій демонструє можливість попереднього прогнозування процесів зародження та розвитку подібних інцидентів шляхом використання методології створення "дерева відмов" та помилок людського фактора в людино-технічних комплексах аграрної галузі.

8. Виявлені тенденції ключових індикаторів господарської результативності виробничо-технологічного потенціалу свідчать про доцільність їх застосування на площі розміром 40-60 га.

