

ПОЛТАВСЬКА ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра технологій та засобів механізації аграрного виробництва

Пояснювальна записка

до *дипломної роботи* на здобуття ступеня вищої освіти

«магістр»

бакалавр, магістр

на тему: **«Покращення якості міжрядного обробітку просапних культур
за рахунок удосконалення боронувального робочого органу»**

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

назва ОПП

спеціальності 208 Агроінженерія

код та найменування спеціальності

Ступеня вищої освіти «магістр» групи 4

Буталенко Руслан Романович

Прізвище та ініціали здобувача вищої освіти

Керівник: Бурлака О. А.

Прізвище та ініціали керівника

Рецензент: Яхін С. В.

Прізвище та ініціали рецензента

Полтава – 2021 року

РЕФЕРАТ

Представлена магістерська робота містить пропоновані до виробничого впровадження сучасні операційні технології механізованих процесів з вирощування та збирання основних просапних культур в Полтавській області: зернова кукурудза, соняшник, соя та ін. При проведенні досліджень по темі роботи проведено пошук кращих технічних, технологічних та агроекологічних складових механічного способу догляду за рослинами під час вегетації.

Пояснювальну записку роботи складають: 74 сторінки надрукованого тексту, на яких представлено 20 таблиць, 21 рисунок, 63 формули та додатки А, Б, В. Графічна частина складається зі восьми презентаційних слайдів.

Об'єктом дослідження даної магістерської роботи являються сучасні промислові механізовані та автоматизовані операційні технології здійснення просапної культивуації при вирощуванні та збиранні зерна кукурудзи, соняшника, сої, інших просапних сільськогосподарських культур.

Виконана робота складається з:

- Огляду основних розрахункових показників машинно-тракторного агрегату по механічному догляду за рослинами просапних культур;
- Методик та розрахунків перспективних технологічних карт з виробництва основної та побічної продукції рослинництва на просапних технічних та зернових культурах;
- Програми та результатів теоретичних та експериментальних досліджень по обґрунтуванню основних елементів робочих органів борін, що можуть бути використані в операційних технологіях проведення просапної культивуації;
- Техніко-економічного обґрунтування пропонованих інженерних рішень, екологічної експертизи проектної частини та заходів з охорони праці.

Ключові слова: ПРОСАПНІ КУЛЬТУРИ, ГОЛЧАСТА БОРОНА, РОБОЧИЙ ОРГАН, КУЛЬТИВАЦІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ.

ВСТУП

Актуальність теми. Зміцнення конкурентоспроможності аграрного комплексу України – одна з умов продовольчої безпеки держави.

Постійна зміна виробничих, кліматичних та економічних умов відносно виробничих процесів по вирощуванню та збиранню технічних та пізніх зернових культур свідчить, що сучасне виробниче середовище потребує постійного вдосконалення операційних технологій та їх складових у рослинництві. При цьому основний акцент ставиться як на продуктивність технологій, так і на їхню технологічність.

Відповідно обрана тема дипломної роботи **«Покращення якості міжрядного обробітку просапних культур за рахунок удосконалення боронувального робочого органу»** є актуальною та вагомою для аграрної складової економіки Держави.

Метою дослідження є: встановлення елементів покращення технологічних операцій вирощування та збирання просапних культур з особливим акцентом на механічному догляді за посівами.

Задачі дослідження:

1. описати основні складові операційних технологій з механічного догляду за посівами просапних культур та проаналізувати сільськогосподарські машини, що використовуються для здійснення таких технічних завдань. Дослідити сучасні варіанти механізованого обробітку захисних зон на посівах просапних культур;
2. провести теоретичні дослідження по віднайденню та визначенню основних технологічних, технічних та конструктивних характеристик робочих органів для проведення боронувальних операцій в захисних зонах рядків просапних культур;
3. виконати експерименти з метою підтвердження висновків теоретичних

розрахунків та встановлення якісних характеристик просапної механічної післясходової культивуації рослин кукурудзи та соняшнику. До оціночних показників віднести кількість пошкоджених рослин просапних культур та обсяг знищених сорних рослин в межах захисних зон.

4. Описати та поліпшити робочі органи боронувального типу для здійснення післяпосівного обробітку захисних зон культурних промислових рослин. Визначити техніко-економічну ефективність пропонуваніх технічних та конструктивних рішень.

5. обґрунтувати та запропонувати заходи по покращенню стану охорони праці та захисту навколишнього середовища при проведенні виробничих процесів у рослинництві.

Об'єкт дослідження – сучасні елементи операційних механізованих технологій по виробництву в загалі, та механічному догляді за посівами зокрема, зернової кукурудзи, соняшника, сої, інших загальнопоширених просапних технічних та зернових культур.

Предмет дослідження: Основні розрахункові та конструктивні параметри складових елементів робочих органів просапних культиваторів, що застосовуються для механічного обробітку ґрунту в захисних зонах рядків рослин просапних культур. Прикладне програмне забезпечення з проектування технологічних карт на виробництво основних просапних культур.

Методи дослідження: під час проведення досліджень та написання роботи було використано техніко-аналітичний метод, метод порівняння отриманих параметрів, статистичний метод обробки наукової інформації, математичне моделювання, методи прийняття інженерних рішень в умовах багатокритеріальності, методики та програми виконання багатофакторного експериментального дослідження.

Теоретична та практична значимість виконаного дослідження ґрунтується на удосконалених автором роботи конструкційних елементах робочих органів боронувального типу, що додатково монтуються на просапних культиваторах та удосконалених технологічних операціях міжрядного обробітку рядків рослин більш поширених просапних культур.

Крім цього виконано аналітичні дослідження відносно сучасних, впроваджених у виробництво промислових технологій виробництва просапних культур. Використано методологічні складові щодо визначення та обґрунтування комплексу сільськогосподарських машин та обладнання для вирощування та збирання просапних культур. За результатами експериментальної частини дослідження визначено кращі режими та параметри по технічному та технологічному налагодженню робочих органів боронувального типу на просапному культиваторі КРН-4,2 під час міжрядного обробітку посівів кукурудзи та соняшнику. Обґрунтована необхідність виробничого впровадження та використання удосконалених технологічних карт по вирощуванню та збиранню врожаю основних просапних культур, при цьому враховані нормативні групи аграрних підприємств Полтавської області.

1. ОГЛЯД РІВНЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

1.1. Основні агротехнічні характеристики просапних культур

До основних складових щодо догляду за посівами просапних культур відносять знешкодження сорних рослин та розпушування поверхневої частини ґрунту в міжряддях таких сільськогосподарських рослин.

Основні підходи до здійснення просапної культивуації дещо уніфіковані відносно одностипних робочих органів та схем їх використання [4,23].

Деякі технологічні елементи операції по проведенню просапної культивуації, в більшості випадків, вимагають кількарізних повторень. Тому, безперечно, затрати праці на вирощування та збирання як основних просапних культур, так і інших, менш поширених просапних культур, значні в порівнянні з іншими сільськогосподарськими культурами.

На просапних культурах висока ступінь забур'яненості посівів у вагомій мірі зменшує агротехнічну ефективність внесення мінеральних та органічних добрив, призводить до збільшення витрат відносно пестицидного навантаження технологій у рослинництві. Як внаслідок, кумулятивні збитки аграрного сектора країни оцінюються у сумі від 2,0 до 2,5 млрд. грн.[5]

Наприклад, щодо висіву озимого ріпаку, то і як на інших просапних культурах, то останній виконують одразу після проведення передпосівної культивуації комбінованими передпосівними агрегатами. Основне завдання таких робіт – збереження максимально можливої вологості ґрунту та створення сприятливих умов для проростання насіння та розвитку рослин просапних культур.

До основних способів сівби насіння просапних культур відносять рядкові способи де агротехнічні параметри засіяного поля залежать від марок використаних сівалок.

Наприклад, цукровий буряк, ріпак можливо висівати більш поширеними сівалками вітчизняного виробництва, до яких відносять зерно-трав'яні (СЗТ-3,6), зернові (СЗУ-3,6, СЗ-3,6, СЗА-3,6), лляні (СЗЛ-3,6), бурячні (ССТ-12Б), рис.1.1. [4,8, 26]

Якщо площі, що рекомендовані під посіви технічних культур, мають підвищену ступінь забур'яненості, то насіння технічних культур доцільно висівати з застосуванням овочевих сівалок з встановленим міжряддям між рядками 45 см. При цьому планується наступний механічний міжрядний обробіток.

Пріоритетними задачами по здійсненню догляду за посівами просапних сільськогосподарських культур в передпосівний період є якісне рихлення ґрунту сільськогосподарськими агрегатами культиваторного типу.

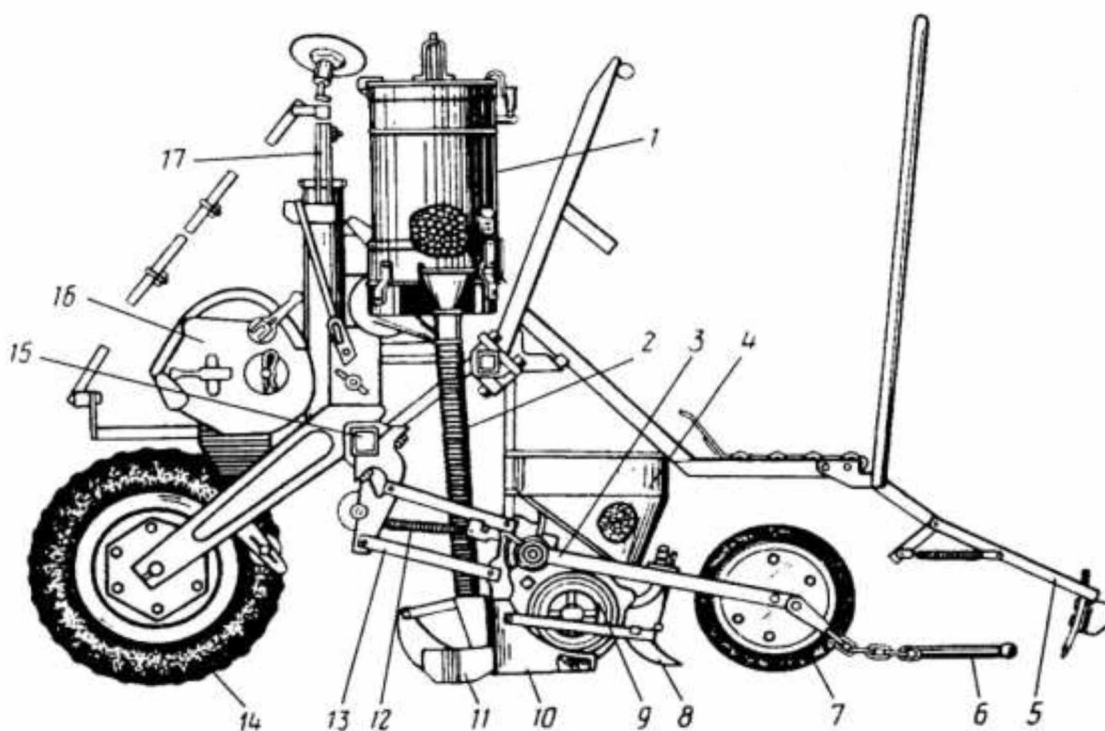


Рисунок. 1.1 – Схема сівалки ССТ-12Б: 7,9,10,11 – робочі органи; 1-17 – конструктивні компоненти [8].

Здійснення початкового догляду за сходами основних просапних культур характеризується багатьма спільними ознаками у післясходовий період та заключається у застосуванні суцільного боронування.

В подальшому, значне місце відносно проведення післясходового догляду за посівами, відводиться розпушуванню міжрядь та знищенню бур'янів як у міжряддях, так і у зоні рядків просапних культур (по можливості). Операції з просапної культивуації проводять одночасно з локальним внесенням мінеральних рідких чи твердих добрив.

Перший післяпосівний обробіток поля може бути здійснено із застосуванням легких боронувальних агрегатів, на всю ширину захвату, суцільно, впоперек рядків висіяних просапних культур або з варіацією кута відносно таких рядків від 30 до 40°.

Міжрядний обробіток просапних культур після появи сходів полягає також і у обов'язковому розпушуванні поверхневого шару ґрунту культиваторними лапами. Більш розповсюдженим технологічним рішенням при цьому є застосування комбінованих робочих органів на основі двосторонніх та односторонніх культиваторних лап-бритв. Глибина обробітку при цьому складає для дрібнонасієних технічних культур: 2...3см. Паралельно можливе застосування ротаційних робочих боронувальних органів РБ – 5,4. Базовими вітчизняними культиваторами при цьому слугують УСМК – 5,4Б, КРН – 2,8М. [8, 27,28]. Розпушування ґрунту з підрізанням бур'янів проходить у міжряддях. Боронування ґрунту з метою руйнування поверхневої кірки та збереження вологи проводиться у захисних зонах рядків.

Конструкційні та технологічні параметри робочих органів просапних культиваторів визначаються відносно форми рослин просапних культур, висоти їх росту, ширини міжрядь, відстані між рослинами в рядках, ступеню прямолінійності посівів та сходів в рядках, дружності та рівномірності сходів.

Таким чином, проведення механічної міжрядної обробки посівів просапних культур, навіть однотипних, але у різних агрокліматичних умовах, неможливо виконувати по однім і тим самим технологічним схемам та технічним параметрам.

Наприклад, глибина розпушування міжрядь змінюється у залежності від місцевих агротехнічних та кліматичних умов регіону. Якщо поле з просапними культурами, що підлягає обробітці, засмічене переважно багаторічними бур'янами з розвинутою кореневою системою, то міжряддя обробляють на більшу глибину у порівнянні з випадком домінуючого засмічення однорічними бур'янами. В останньому випадку глибину обробітці зменшують.

За останніми умовами екологічності технологій та стратегіями збереження родючості ґрунтів перевагу в операційних технологіях надають у випадках застосування комбінованих машинно-тракторних агрегатів. В цьому випадку відбувається зменшення кількості проходів агрегатів по полю, як наслідок, зменшується ступінь шкідливого впливу рушіїв машинно-тракторних агрегатів на ґрунт, усувається розрив між послідовними технологічними операціями, зберігається вологість у ґрунті. Останнє позитивно впливає на підвищення родючості полів та збільшення врожайності просапних технічних сільськогосподарських культур.

1.2. Характерні особливості догляду за посівами просапних культур

Одним з головних завдань під час проведення механізованих операцій з догляду за сходами просапних технічних культур являється завдання щодо сприяння утворенню та підтримуванню кращих з можливих умов проростання та розвитку культурних рослин.

При визначенні більш дієвого способу механізованої просапної культивування і затвердженні відповідних сільськогосподарських машин основною умовою є фізико-технічні характеристики ґрунтів такі, як фракційний склад, ступінь зволоження ґрунту, пористість ґрунту, щільність ґрунту, твердість ґрунту.

Також, однією з актуальних проблем, з якою зустрічаються аграрії при виробництві просапних культур, є проблеми, пов'язані з ефективною безпечною для оточуючого середовища, боротьби з шкідниками сільськогосподарських культур. Відомо, що основними шкідниками сільськогосподарських культур є гризуни, комахи та мікроорганізми. За причиною шкідників, врожайність сільськогосподарських культур може бути знижена на 15... 20 %. [23].

Відомо декілька основних методів здійснення захисту культурних рослин від шкідників і хвороб, методи класифікуються на агротехнічні, механічні, біологічні та хімічні. Умовою раціонального обґрунтування того чи іншого методу боротьби зі шкідниками сільськогосподарських культур є врахування видів шкідників, біологічних циклів шкідників, способів розповсюдження шкідників.

Більш ефективним являється використання декількох методів боротьби одночасно.

Кожен метод боротьби має як свої переваги, так і недоліки. Наприклад, відносно агротехнічного методу, можливо визначити, що останній заснований на високій культурі виробничого сільського господарства. Використання такого методу дає змогу забезпечити необхідну кількість поживних речовин, що автоматично підвищить стійкість культурних рослин до шкідників і хвороб. Основними складовими такого методу є застосування у виробництві сортів просапних культур, стійких до хвороб та перепаду температур, оптимізація сівозмін, введення ґрунтоощадних технологій з обробітку ґрунту, проведення комплексного моніторингу полів, якісну передпосівну підготовку

насінневого матеріалу, витримання оптимальних агротехнічних термінів на весь комплекс механізованих робіт по прийнятій технології [23].

Щодо застосування механічного методу боротьби зі шкідниками, то його суть зводиться до безпосереднього знищення гризунів, комах за допомогою спеціальних механізмів шляхом безпосереднього фізичного впливу.

Щодо фізичного методу боротьби зі шкідниками, то у якості вражаючих факторів використовуються температурні перепади, електричний струм високих частот, ультразвук, малопотужні радіоактивні випромінювання.

Щодо біологічного методу, то його застосовують з використанням природніх ворогів відносно шкідників сільськогосподарських культур. Така природня протидія знищує шкідників без шкоди людині, свійським та диким тваринам, навколишньому середовищу.

Більш ефективним, але також і більш небезпечним для людини та навколишнього середовища є хімічний метод, при якому застосовують гербіциди, фунгіциди та інсектициди. Це отруйні або шкідливі речовини з різним ступенем токсичності. До переваг даного методу відносять також і його універсальність та широку розповсюдженість. Але при цьому залишається складова негативного впливу на здоров'я людини та на оточуюче середовище – погіршення екологічної безпеки.

Тобто, в останній час перевагу віддають сучасним механічним методам боротьби з бур'янами та хворобами.

З метою знищення чи придушення інтенсивності росту бур'янів поблизу кореневих систем культурних рослин просапних сільськогосподарських культур можуть бути використані просапні борінки різних конструкцій та геометричних форм. А якщо висота рослин, наприклад кукурудзи чи соняшника досягає 30...40см, то просапні борінки замінюють окунчиками чи загортачами з метою придушення інтенсивності росту бур'янів.

Таким чином, основними складовими технологічних операцій догляду за рослинами просапних культур являються досходове післяпосівне боронування, післясходове боронування; у разі необхідності – проріджування сходів просапних культур; повздовжня, рідше поперечна просапна культивация; підгортання рядків культурних рослин; нарізування поливних борозн; прикореневе підживлення; внесення твердих або рідких добрив.

Якщо застосовується промислова індустріальна технологія, то частину механічних технологічних операцій по догляду за посівами просапних культур замінюють хімічними методами – здійснюється обприскування поля технічних культур пестицидами згідно з прийнятою технологією та господарськими рішеннями агрономічної чи інженерної служби.

В останній час з метою зменшення шкідливого впливу на ґрунт та навколишнє середовище в цілому широкого розповсюдження набуло локальне прикореневе або ґрунтове внесення мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин. [20, 23].

Одна з глобальних проблем сучасного сільськогосподарського виробництва - виконання комплексу агротехнічних заходів з метою максимально - можливого збереження вологи у ґрунті. Для цього руйнується поверхнева ґрунтова кірка, розпушується верхня частина ґрунту за допомогою легких сітчастих борін та ротаційних мотик. Рух машинно – тракторного агрегату може здійснюватися при післясходовому боронування не тільки вздовж або поперек посівів, але й під кутом до ліній рядків.

Початок післясходового боронування повинен співпадати з появою у рослин просапних культур першої пари справжніх листків. Така умова є необхідною для відносно достатнього укорінення культурних рослин. А паростки бур'янів при цьому у більшій своїй частині знаходяться у фазі розвитку «біла ниточка», що дає змогу безпроблемного механічного їх знищення.

Недоліком механічного післясходового боронування є часткове пошкодження культурних рослин робочими органами боронувальник агрегатів, тому зріджені посіви просапних культур не боронують, а застосовують хімічне методи боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами.

При вирощуванні просапних культур рослини у певних фазах розвитку піддають механічній обробці за допомогою культиваторів – рослинопідживлювачів паралельно ліній рядків або поперек ліній рядків. Останнє допустимо тільки у разі застосування квадратно-гніздового способу посівів.

При здійсненні просапної культивації існує імовірність пошкодження культурних рослин робочими органами сільськогосподарських машин за причиною неможливості абсолютно точного водіння машинно-тракторного агрегату та абсолютно точного та рівномірного посіву просапних сільськогосподарських культур.

З метою усунення такого недоліку, при технологічній наладці просапних культиваторів та просапних комбінованих агрегатів, робочі органи таких машин у просторі налаштовують з урахуванням деякої відстані від повздовжньої осі рядків. Така уявна смуга поля називається захисною зоною і призначена для нівелювання можливих відхилень при русі машинно-тракторних агрегатів від заданих траєкторій.

За умови проведення першої культивації ширина таких захисних зон на основних просапних технічних культурах складає 8...12см. При наступних доглядах за посівами ширину захисної смуги збільшують до 14..16см.

За умов наявності значних нерівностей рельєфу поля наладку робочих органів просапних культиваторів виконують зі значеннями, прийнятими у сторону більших цифр рекомендованого діапазону ширини захисних смуг.

Недоліком механічної просапної культивуації є імовірність присипання культурних рослин ґрунтом, що сходить з кромek робочих органів культиваторів. Для усунення такого недоліку можливо застосовувати додатково захисні щитки, диски чи кутики.

Але домінуючою складовою, що надає суттєву перевагу відносно застосування механічних методів захисту просапних культур, є екологічна складова механічного методу.

Як правило, просапну культивуацію на посівах технічних культур виконують за допомогою культиваторів – прополювачів; культиваторів – рослинопідживлювачів, культиваторів – підгортачів. [20, 23].

Таким чином, вищепроведені оглядові дослідження, можуть слугувати для визначення напрямків удосконалення сучасних промислових технологій вирощування та збирання основних технічних просапних культур.

1.3. Агротехнічні вимоги до міжрядного обробітку та огляд існуючих конструкцій просапних культиваторів

Агротехнічні вимоги щодо догляду за рослинами технічних просапних культур містять систему заходів, направлених на отримання рівномірного розподілу рослин по площі поля, встановлення оптимальної кількості рослин на одному погонному метрі рядка; контроль ступеня забур'яненості міжрядь та захисних зон; контроль ступеня розпушення поверхневого шару ґрунту; вчасне руйнування поверхневої кірки ґрунту та максимально можливе збереження вологи у ґрунті; застосування комплексу підживлення рослин мінеральними та органічними добривами; застосування різноманітних засобів захисту рослин.

Щодо механічного способу боротьби з бур'янами, то культиваторні лапи та інші робочі органи повинні підрізати і знищувати сорні рослини у міжряддях, при цьому не виносити вологий шар ґрунту на поверхню та

мінімально можливо пошкоджувати культурні рослин (до 3,5%). Також важливим агротехнічним параметром є глибина обробітку культиваторними лапами. Вона залежить від виду та сорту сільськогосподарської культури, а також від структури та виду ґрунту. Відхилення від заданої глибини не повинні перевищувати 15%.

Від робочої швидкості машинно-тракторного культиваторного просапного агрегату залежить якість підрізання бур'янів та якість розпушування поверхневого шару ґрунту. Рекомендована робоча швидкість просапної культивації для сучасних сільськогосподарських машин коливається у межах 7...12 км, год і може бути скорегована у залежності від агротехнічних та погодних умов на окремо взятому полі [20,23].

Післясходове боронування посівів просапних культур здійснюють з метою руйнування поверхневої кірки ґрунту та зниження паростків однорічних бур'янів. Глибина такого боронування складає 3...4см; ступінь пошкодження та присипання культурних рослин не повинна перевищувати 3...5%. Агрегатний фракційний склад ґрунту в боронованому шарі повинен у середньому складати 5см.

Прикореневе ґрунтове підживлення рослин можливе за умови максимального відхилення від заданої норми внесення підживлювальних речовин до 15%, нерівномірність висіву твердих мінеральних добрив між рядками – до 5%. Глибина загортання добрив не повинна бути відхилена від заданої до 3%. Ступінь пошкоджених рослин не повинна перевищувати 5% [20].

Щодо вітчизняного машинобудування та машинобудування ближнього зарубіжжя, то для проведення просапної культивації таких технічних культур, як кукурудза, соняшник, картопля, та ін., використовують культиватори-рослинопідживлювачі КРН-4,2А, КРН-5,6Б, КРН-8,4. Передпосівна культивація і міжрядна на цукровому буряку здійснюється за допомогою машин УСМК-5,4В, КГС-4.8В та КРШ-8,1.

Овочівництво застосовує спеціальні культиватори, що дообладнані підгортачами: КРН-4.2Г, КОН-4,2, КНО-4,2, КОН-2,8Б, КНО-2,8 та ін.[8, 27].

Наприклад, щодо культиватора-рослинопідживлювача КРН-5.6Б [8,27], то останній використовується при міжрядному обробітку просапних культур з можливістю здійснення одночасного підживлення та підгортання рідків рослин кукурудзи, соняшнику, сої, ріпаку та інших просапних технічних культур, що містять ширину міжрядь 45, 70 і 90 см.

Секції просапного культиватора приєднані до основного бруса рами паралелограмними підвісками.

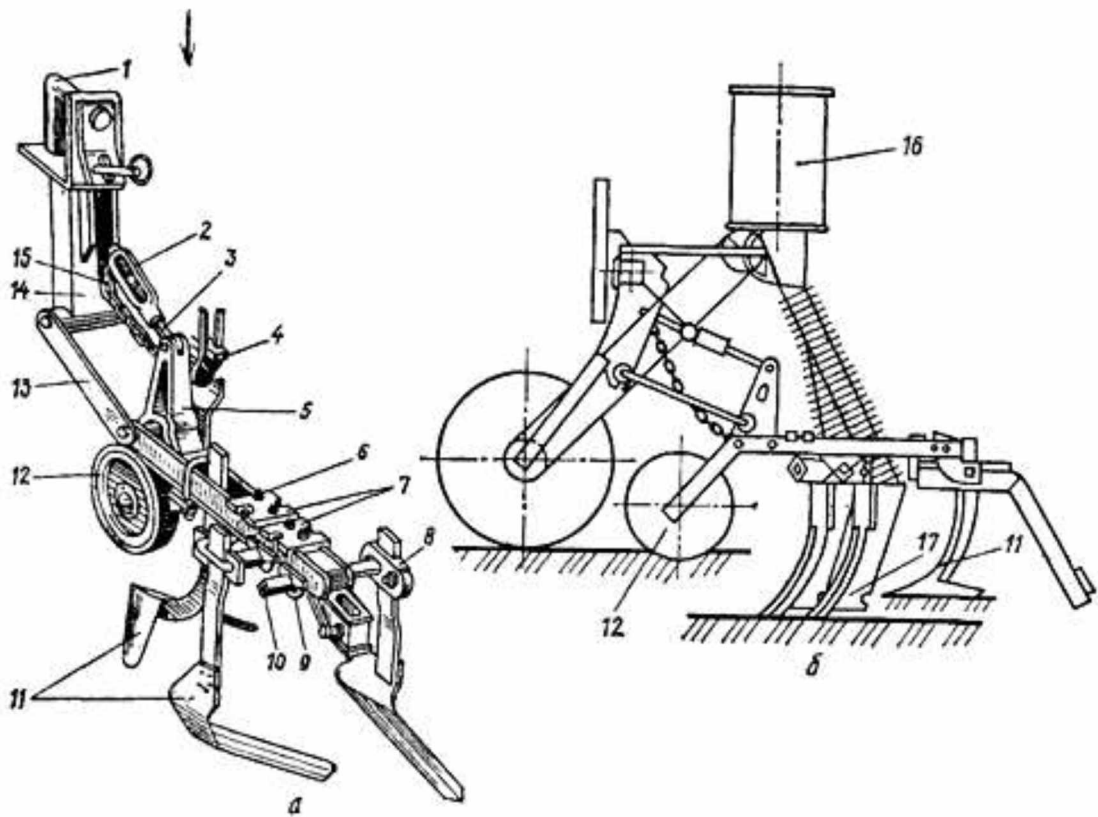


Рисунок.1.2 - Секція робочих органів культиватора КРН-5,6Б (а) і схема культиватора з підживлювальним пристроєм (б): 1 — скоба; 2 — стяжна гайка; 3 — верхня ланка; 4 — важіль регулятора глибини; 5 — задній кронштейн; 6 — гряділь; 7 — накладки; 8 — тримач лапи; 9 — призма; 10 — брус; 11 — лапи; 12 — копіювальне колесо; 13 — нижня ланка підвіски; 14 — передній кронштейн; 15 — ланцюг; 16 — туковисівний апарат; 17 — ніж підживлювач[8].

Основні та додаткові робочі органи такого культиватора розміщуються на просапних секціях, їхнє взаємне розташування можливо змінювати шляхом зміщення призм і хомутів відносно секції. Глибина обробітку ґрунту змінюється за допомогою регулювання відносно опорних коліс.

Даний культиватор - КРН-5.6Б комплектуваний правосторонніми та лівосторонніми прополочними лапами шириною 16,5 см, також стрілочастими універсальними лапами шириною 230 мм, або по 220 мм. Має місце комплект борін для поверхневого рихлення, також підгортальні корпуси та комплект захисних дисків.[8,23]. Тип дозаторів туковисівних апаратів – шнековий. Рекомендована робоча швидкість машинно-тракторного агрегату складає 10км, год. [35].

Культиватор КРНВ-5,6-02 – розроблений для здійснення просапної культивуації з одночасним внесенням мінеральних сипучих твердих добрив на восьмирядних посівах просапних культур. Ширина міжрядь посівів повинна складати 45см.

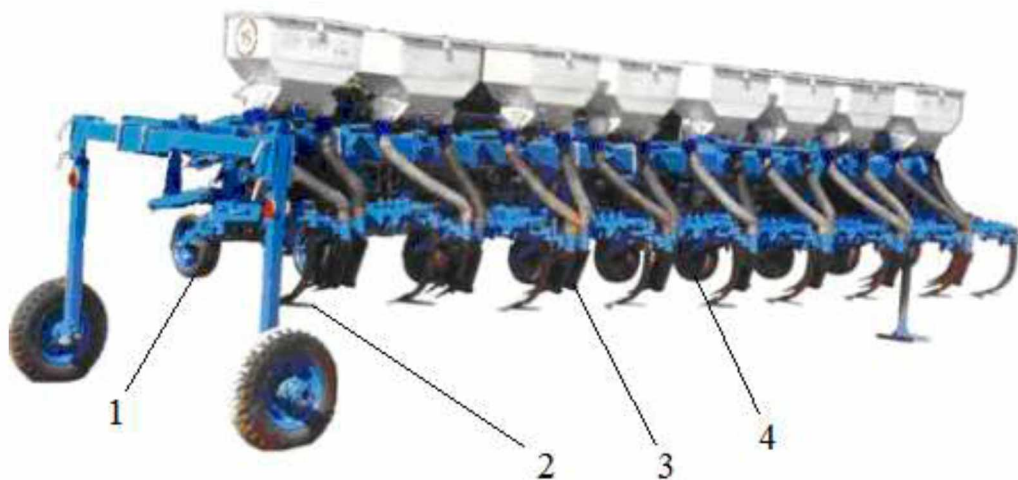


Рисунок 1.3 - Загальний вигляд культиватора КРНВ-5,6-02 [27] :
1, 2,3, 4 – робочі органи

Даний культиватор має пружинно-шнекову конструкцію туковисіваючого апарату з приводом від опорних коліс.

Норма висіву туків регулюється шляхом перестановки зубчатих колос в трансмісії туковисіваючого апарата. Такий культиватор агрегується з просапними тракторами тягового класу 14кН: Т-70С, МТЗ, ЮМЗ.

Наступний просапний культиватор вітчизняного виробництва КП-5,6 «Козак Пацюк» використовується з метою проведення міжрядного обробітку ґрунту з одночасним внесенням поживних речовин на посівах цукрових та кормових буряків, кукурудзи, соняшнику. Така сільськогосподарська машина переобладнується залежно від агротехнічних вимог на ширину обробітку міжрядь 45см або 70 см. [24, 27]

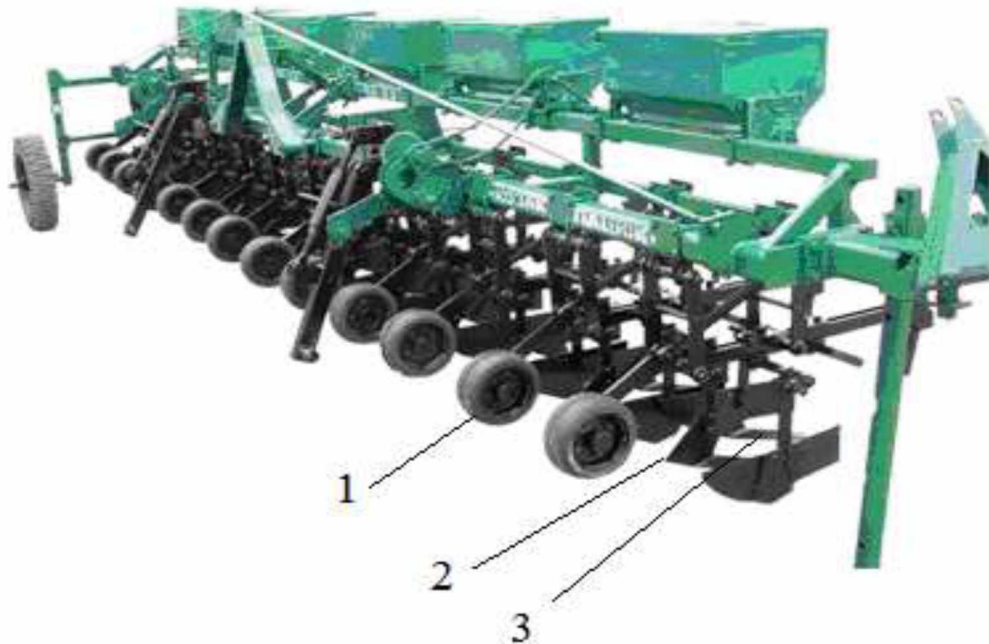


Рисунок 1.4 - Загальний вигляд культиватора КП-5,6 «Козак Пацюк» [27] : 1, 2, 3 – робочі органи

Просапний культиватор КТН – 5,6 використовується для рихлення міжрядь на посівах кукурудзи, сої, соняшника та інших просапних культур.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика культиватора КТН – 5,6

Глибина обробки лапами для рихлення, см	8-10
Висота підгортання, см	8-12
Робоча довжина, мм	1130
Робоча ширина, мм	6380
Робоча висота, мм	1350
Транспортна довжина, мм	7240
Транспортна ширина, мм	1740
Транспортна висота, мм	1740
Маса, кг	1110

Така машина пропонується до використання і з ротаційними робочими органами з метою обробки захисних зон просапних культур. [24, 27]

Щодо закордонного виробництва, то до просапних культиваторів можливо віднести культиватори марки SFOGGIA TEMA (рис.1.5). така машина використовується для догляду за посівами кукурудзи, соняшника, цукрового буряка та інших просапних культур.

До основних переваг такої сільськогосподарської машини відносять трьохточкову систему навішування; дообладнання культиватора пристосуваннями для внесення твердих гранул добрив мінерального походження.

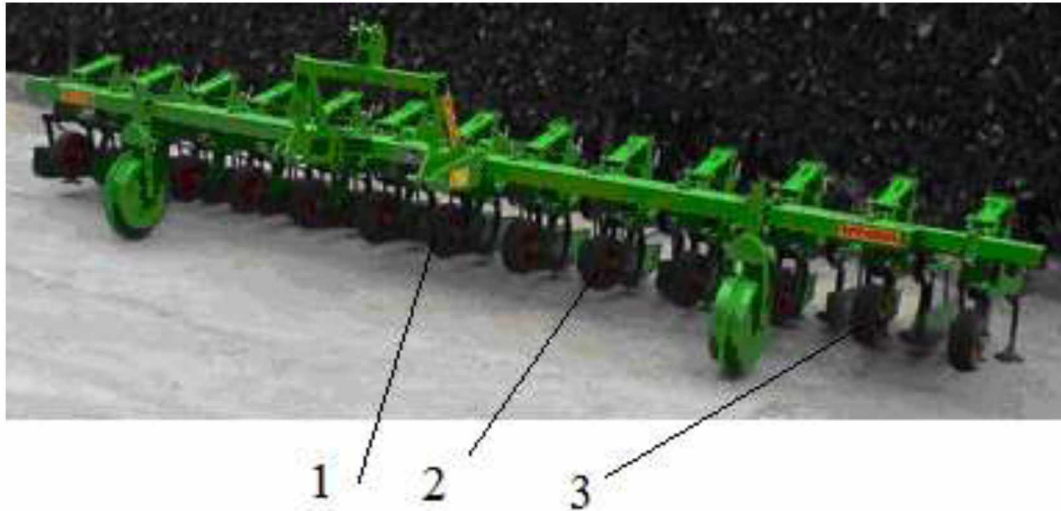


Рисунок 1.5 - Загальний вигляд культиватора SFOGGIA TEMA: 1, 2, 3 – робочі органи [27]

Технологічна наладка культиватора здійснюється регулюванням робочих секцій в межах 25...80см.[27]

Таблиця 1.2 – Технічна характеристика культиватора КФ – 5,4

Модель	КФ-5,4К	КФ-5,4
Кількість рядків, що оброблюються, шт	12	8
Ширина захвату, м	5	5
Продуктивність, га/год	2.4-3.9	2.4-3.9
Ширина міжрядь, см	45	70
Глибина обробки, см	до 8	до 8

Сучасна промисловість пропонує і просапні культиватори, що оснащені активними робочими органами. Наприклад, культиватор просапний КФ-5,4 використовується для догляду за посівами на площах просапних культур, що посіяні з міжряддям 45см. Модифікація КФ-5.4К адаптована до просапних культур, що посіяні з міжряддям 70см. Такі машини агрегатуються з універсальними і пропасними тракторами тягового класу 14-20кН.



Рисунок 1.6 - Загальний вигляд культиватора КФ – 5,4 [21]

Широкозахватні культиватори для міжрядної обробки Wil-Rich РТ-7722 – використовуються при проведенні просапної культивації площ цукрового буряку, сої, ріпаку та інших технічних культур.



Рисунок 1.7 - Загальний вигляд культиватора Wil-Rich РТ-7722: 1 – рух МТА, 2 – технологічний процес міжрядної культивації [21]

Таблиця 1.3 – Технічна характеристика Wil-Rich PT-7722 [21]

Модель	PT-7722
Кількість рядків, шт.	24-24-16
Ширина міжрядь, см	56-45-76
Кількість лап	25-25-17
Транспортна ширина, м	7.5-7.3-7.3
Потужність двигуна, к.с.	170

Вітчизняний універсальний просапний культиватор УКР-5,6 пропонується до використання восьми- та дванадцятирядних посівів просапних культур з відносно високою листостебловою масою. Робочі органи культиватора можливо переналагодити на ширину міжрядь 45см та 70см.

В залежності від агротехнічних вимог та впровадженої технології виробництва просапних культур за допомогою даної машини можливо здійснювати:

- механічне знищення бур'янів у міжряддях та розпушування ґрунту;
- ґрунтове підживлення культурних рослин твердими мінеральними добривами або аміачною водою;
- розпушування поверхневого шару ґрунту ту міжряддях;
- окучування культурних рослин у зоні рядків;
- утворення борозни для поливу в міжряддях;
- присипання бур'янів у захисних зонах.

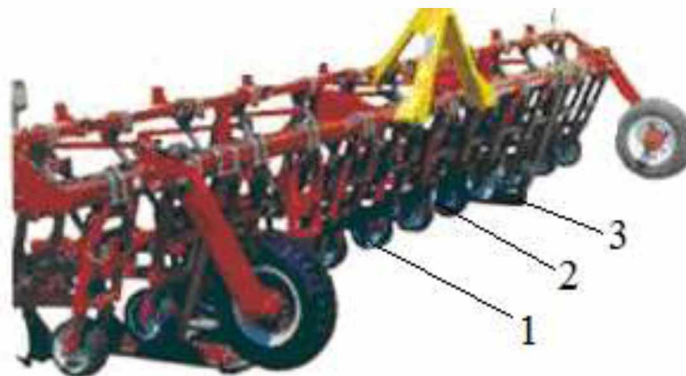


Рисунок 1.8 - Загальний вигляд культиватора УКР – 5,6: 1,2,3 – робочі органи культиватора [21, 27]

Культиватор агрегатується з просапними тракторами класу 1,4-2,0.[21]

1.4. Огляд основних робочих органів культиваторів для обробітку просапних культур

Розглянемо основні робочі органи, якими комплектуються просапні культиватори. До таких органів відносять різноманітні культиваторні однобічні та двосторонні липи, різноманітні лапи-полочки, підгортальні лапи, різноконструкційні борони, диски (рис.1.9).

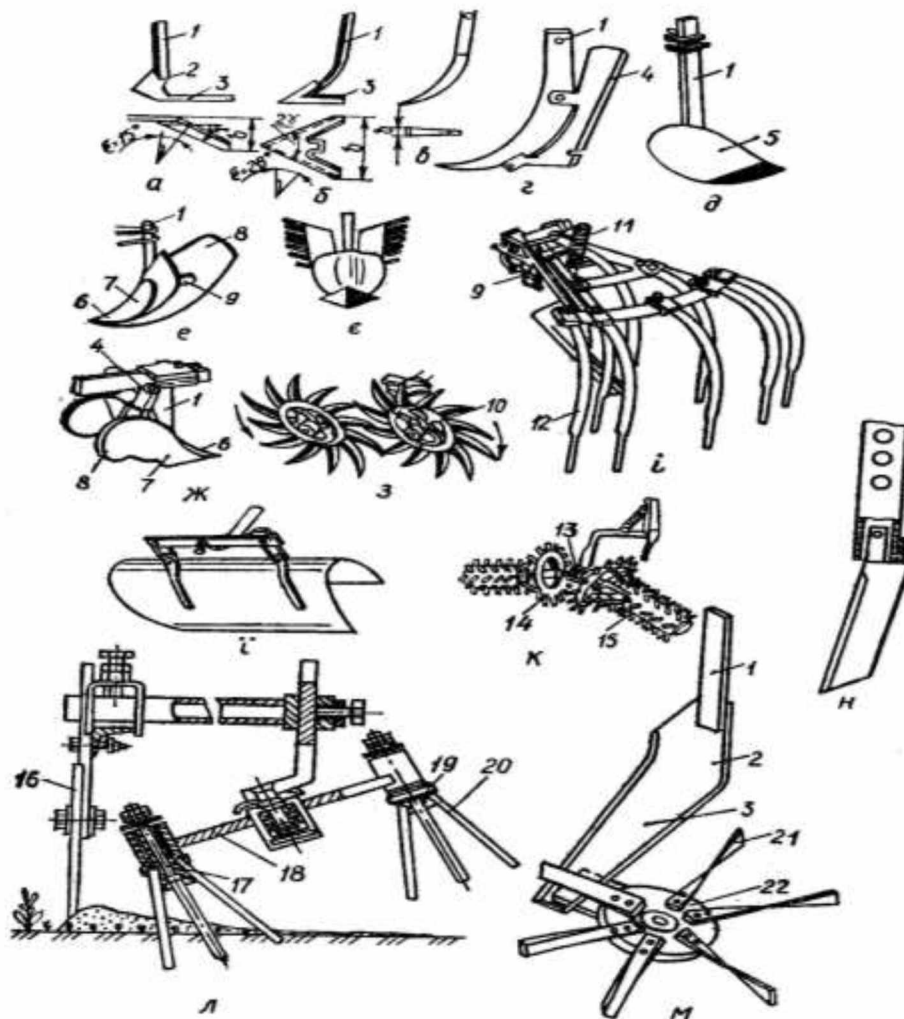


Рисунок 1.9 – Робочі органи просапних культиваторів: а — плоскорізьна однобічна лапа; б — стрілочаста універсальна лапа; в — розпушувальна долотоподібна лапа; г — підживлювальний ніж; д — лапа-полочка, е — підгортальний корпус; є — підгортальник корпус з решітчастою полицею; ж — борозноарізувальний корпус; з — голчасті диски; и — прополювальна борінка; і — захисний щиток; к — секція ротаційної борони; л — ротор прополювальний; м — широкозахватна плоскорізьна лапа з прополювальним диском; н - щілиноріз; 1 - стояк; 2 - жока; 3 - лезо; 4 - лійка; 5 - полочка; 6 — наральник; 7 - полиця; 8 - крило; 9 - рамка; 10, 18 і 22 - диски; 11 - пружина; 12, 20 – зуби; 13, 17 — осі; 14 — конічний барабан; 15 — циліндричний барабан; 16 — щиток; 19 — розпушувач; 21 — ніж [8,23]

Щодо обраної тематики магістерської роботи, то нас більш цікавлять голчасті диски (рис.1.9, з). такі робочі органи використовують з метою розпушування поверхневого шару ґрунту та знищення паростків однорічних бур'янів у фазі «білої нитки». Діаметри таких боронувальних дисків різноманітні, зустрічаються значення діаметрів дисків 350, 450 і 520 мм. Глибина боронування такими ротаційними дисками - до 9см. [8,23].

До переваг таких робочих органів можливо віднести якісне розпушування поверхневого шару ґрунту у захисних зонах рослин, знищення паростків однорічних бур'янів. До недоліків – імовірність пошкодження культурних рослин, неможливість знищення багаторічних кореневих бур'янів [8,23].

Ротаційні борони (рис.1.9, к) використовуються з метою проведення досходового боронування, вирівнювання поверхні ґрунту, часткового знищення паростків бур'янів.

Ротаційні борони складаються із двох барабанів 14 і 15, що мають конічну і циліндричну поверхню. Такі поверхні обертових барабанів є основою для закріплення зубів довжиною 55 мм. Кути нахилу ротаційних дисків відносно поверхні поля можливо змінювати поворотом осі їх обертання 13 [8,23]. Але такі робочі органи переважно використовуються для здійснення передпосівного обробітку ґрунту.

Ще одна різновидність пасивних роторних робочих органів представляє собою прополувальні ротори (рис.1.9, л). останні використовуються з метою рихлення поверхневого шару ґрунту та знищення бур'янів у міжрядді просапних технічних культур. Застосування таких конструкцій у захисних зонах культурних рослин не можливе [8,23].

Тому актуальність обраної теми магістерської роботи **«Покращення якості міжрядного обробітку просапних культур за рахунок удосконалення боронувального робочого органу»** не викликає сумніву.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

2.1. Критерії оптимізації машинно-тракторних агрегатів

До критеріїв оптимізації відносять наступні:

Критерій продуктивності – визначається кількістю роботи чи продукції за одиницю часу. [14,15]:

При відтворенні загального вигляду продуктивність машинно-тракторного агрегату розраховують за формулою [14,15]:

$$w = 0,1 \cdot B \cdot v \cdot \beta \cdot \varepsilon \cdot \tau \cdot T_{зм}, \quad (2.1)$$

де B – конструктивна ширина захвату сільськогосподарського агрегату, м; v – теоретична швидкість руху машинно-тракторного агрегату, км/год; β – коефіцієнт використання ширини захвату сільськогосподарської машини; ε – коефіцієнт використання робочої швидкості машини; τ – коефіцієнт використання часу роботи машини; $T_{зм}$ – тривалість робочої зміни, год.

У виробничі цикли включають робочі і холості ходи, та зупинки за різних умов. За умови, що за час $T_{ц}$ машина робить декілька циклів, тоді:

$$T_{ц} = t_p + t_x + t_0, \quad (2.2)$$

де t_p , t_x – час, який йде на робочі і холості ходи, год; t_0 – час на зупинки, год.

Теоретична продуктивність машинно-тракторного агрегату W_T обчислюється за умови врахування конструктивної ширини захвату, теоретичної швидкості руху машинно-тракторного агрегату та системи основних та допоміжних складових витратах часу.

Фактичну продуктивність $W_{ф}$ визначають як виконану роботу за одиницю часу в реальних польових умовах.

Науково обґрунтовані робочі швидкості машинно-тракторних агрегатів можливо визначати згідно графіка (рис. 2.1). При цьому якість виконаній роботи, дотримання агротехнічних вимог до просапних технічних культур, продуктивність машинно-тракторних агрегатів.

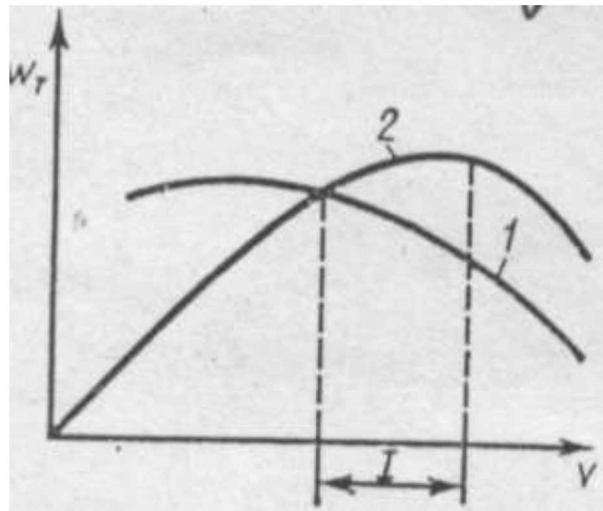


Рисунок. 2.1 - Залежність якості роботи (крива 1) і продуктивності (2) від швидкості руху машини [14].

Рівняння балансу часу використання машинно-тракторного агрегату містить рівняння [14,15]:

$$T = T_p + T_x + T_z + T_{zo} + T_{pr} + T_{ty} + T_{tc} + T_e + T_d + T_{ш} + T_{рем} + T_o + T_m + T_n, \quad (2.3)$$

де T_p - час безпосередньої змінної роботи, год; T_x ; T_z ; T_{zo} - циклічні складові часу поворотів, заїздів у поле, часу зупинок за технологічними причинами, год; T_{pr} , T_{ty} , T_{tc} , T_e - час польових регулювань, технічного обслуговування, заправки паливом та мастилами, час зупинок за фізіологічними потребами, год; T_d , $T_{ш}$, $T_{рем}$, T_o , T_m , T_n - час простоїв протягом зміни за технічними причинами, год.

Коефіцієнт, що характеризує раціональність використання машинно-тракторного агрегату, можна обчислити по формулі [14,15]:

$$\tau = T_p / T = T_p / (T_p + \sum t_i). \quad (2.4)$$

Затрати праці відносяться до основного показника, який може характеризувати рівень механізації виробничих процесів.

Обчислюють загальні та питомі затрати праці. Загальні затрати праці представлені обсягами роботи в годинах витраченого часу [14,15]:

$$H_z = \sum n_m \cdot T_m + \sum n_d \cdot T_d, \quad (2.5)$$

де n_m , n_d - відповідно кількість трактористів і допоміжних працівників; T_m , T_d - відповідно час роботи основних і допоміжних працівників, год.

Затрати праці на одиницю роботи, год/га:

$$H = \sum n / (\omega \cdot \tau), \quad (2.6)$$

де n - число робітників, що обслуговують агрегат; τ - коефіцієнт використання часу.

Затрати праці, год/га, можна визначати й за формулою:

$$H = (a + \tau \cdot N_{\text{еф}}) / h, \quad (2.7)$$

де a - питома енергоємність роботи, квт.год/га; h - трудомісткість роботи, год.

$$\tau = t_{\text{п}} / W, \quad (2.8)$$

де $t_{\text{п}}$ - час простоїв агрегату при непрацюючому двигуні; W – виробіток агрегату, га/год.

Звідси питомі витрати праці [14,15]:

$$\sum H = n_1 H_1 + n_2 H_2 + \dots + n_T H_T, \quad (2.9)$$

Існує і інша методика для визначення затрат праці:

$$H = (n_{\text{м}} + n_{\text{в}}) / (0,1 B \cdot V); \quad i \quad H = (n_{\text{м}} + n_{\text{в}}) / (0,1 B \cdot V \cdot t \cdot Y), \quad (2.10)$$

де $n_{\text{м}}$ - число механізаторів, чол.; $n_{\text{в}}$ - число допоміжних робітників, чол.; t - час роботи, год; Y – урожайність, т/га.

Одним із основних енергетичних показників при розрахунку машинно-тракторних агрегатів, вт. ч. і просапних є витрата енергетичних ресурсів. Наприклад, дизельне пальне може бути витрачено під час здійснення виробничих процесів ($Q_{\text{п}}$), холостих ходів ($Q_{\text{х}}$), транспортування машинно-тракторних агрегатів до поля ($Q_{\text{тр}}$), при холостій роботі двигуна при зупинках машинно-тракторного агрегату (Q_0), паливо, необхідне для проведення ремонтних робіт $Q_{\text{р}}$.

Витрата палива за весь обсяг запланованих чи виконаних механізованих робіт [14,15]:

$$Q_{\text{вез}} = Q_{\text{п}} \cdot T_{\text{п}} + Q_{\text{х}} \cdot T_{\text{х}} + Q_{\text{тр}} \cdot T_{\text{тр}} + Q_0 \cdot T_0 + Q_{\text{р}} \cdot T_{\text{р}} \quad (2.11)$$

Паливну економічність машинно-тракторного агрегату можливо оцінювати співвідношенням витрати палива та одиниці обробленої площі чи виконаної роботи:

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{сез}} / W_{\text{сез}}, \quad (2.12)$$

Витрата палива МТА на 1 га виконаної роботи[14,15]:

$$Q = q_e \cdot N_e / (270 \cdot N_{\text{кр}} \cdot \tau). \quad (2.13)$$

Розглянемо основні експлуатаційні витрати.

Повна собівартість механізованих робіт у співвідношенні до одного гектару обробленої площі порля[14,15]:

$$C = C_{\text{оп}} + C_{\text{ем}} + C_a + C_{\text{то}} + C_d + C_{\text{н}}, \quad (2.14)$$

де $C_{\text{оп}}$ – витрати на оплату праці, грн; $C_{\text{ем}}$ – вартість експлуатаційних матеріалів, грн; C_a – амортизація, грн; $C_{\text{то}}$ – затрати на технічне обслуговування МТА, грн; C_d – витрати на виконання допоміжних процесів при виконанні операційних механізованих технологій, грн; $C_{\text{н}}$ – вартість непрямих витрат, грн.

Якщо змінні витрати, що віднесені до виконаної роботи, позначити через $A_{\text{зм}}$, а постійні, віднесені на 1 год. роботи для даного виробничого процесу, через $A_{\text{п}}$, то собівартість одиниці виконуваної роботи[14,15]:

$$C_e = (A_{\text{зм}} + A_{\text{п}}) / W, \quad (2.15)$$

де W – обсяг роботи, виконаний за агротехнічний термін, га.

Витрати на проектувальні роботи сільськогосподарської машини, грн.[14,15]:

$$C_{\text{пр}} = [P_k \cdot Z_k + P_{\text{оп}} \cdot Z_{\text{оп}} + k \cdot (P_k \cdot Z_k + P_{\text{оп}} \cdot Z_{\text{оп}})] \cdot t, \quad (2.16)$$

де P_k – кількість розробників сільськогосподарської машини чол; Z_k , $Z_{\text{оп}}$ – місячна оплата праці розробників машин, грн; $P_{\text{оп}}$ – чисельність персоналу обслуговування, чол; k – коефіцієнт накладних затрат; t – час виконання проектувальних робіт, год.

Критична собівартість визначає доцільність розробки нової машини [14,15]:

$$C_k = [\sum C_i \cdot W_{ci} / W_c + W_c \cdot T_{\text{со}} \cdot (\sum C_e - C_e')] \cdot [1 + T_{\text{со}} \cdot (a + b) / 100], \quad (2.17)$$

де C_i – собівартість нових однотипних машин, грн; W_{ci} – сезонний виробіток кожної машини, га/сезон; W_c – сезонний виробіток сільськогосподарських машин нових конструкцій, (га), або (т), га/с, т/с; $T_{\text{со}}$ – термін окупності

капіталовкладень, років; C_e - питома собівартість одиниці роботи по кожній операції, грн./га; C_e' - питома собівартість одиниці роботи, без врахування амортизаційних та і ремонтних витрат нової машини, грн./га; a і v – відсоток погашення амортизації і ремонтних витрат нової сільськогосподарської машини, грн.

Вартість партії N машин [14,15]:

$$C_{II} = C_0 \cdot N^n, \quad (2.18)$$

де C_0 - вартість першої машини, грн; n - показник степеня, рівний 0,7.

Вартість $C_{зб}$, зберігання:

$$C_{зб} = C_{зб1} \cdot Ndt. \quad (2.19)$$

де $C_{зб1}$ - вартість зберігання зразка на рік, грн./рік.

Загальні витрати:

$$C = C_p + C_0 \cdot N^n + C_{зб} \cdot Ndt. \quad (2.20)$$

Первісну вартість трактора можна виразити через найбільшу потужність його двигуна [14,15]:

$$A_{тр} = a_v + l_v \cdot N_{max}, \quad (2.21)$$

де a_v, l_v - показники, що характеризують вартість трактора; N_{max} - максимальна потужність тракторного двигуна при нормальних умовах роботи, кВт.

Критерієм економічної ефективності K_{e3} або зворотну величину - коефіцієнт δ_e [14,15]:

$$K_{e3} = (K_2 - K_1) / (C_1 - C_2) \quad (2.22)$$

$$\text{або} \quad \delta_e = 1/K_{e3} = (C_1 - C_2) / (K_2 - K_1), \quad (2.23)$$

де K_2, K_1 - капіталовкладення по двох варіантах виробництва, грн; C_2, C_1 - відповідно собівартість продукції, грн.

Приведені витрати:

$$C_1 \cdot E_n \cdot K_i \rightarrow \min, \text{ або } K_i + T_n \cdot C_i \rightarrow \min, \quad (2.24)$$

де C_1 - поточні затрати (собівартість) по кожному варіанту, грн./га; K_i - капіталовкладень по тому ж варіанту, грн; T_n – термін окупності додаткових капіталовкладень.

Послідовне попарне порівняння по формулах [14,15]:

$$E = (C_1 - C_2) / (K_2 - K_1); T = (K_2 - K_1) / (C_1 - C_2), \quad (2.25)$$

де E – коефіцієнт, що порівнює ефективність; T - термін окупності додаткових капіталовкладень, років.

Якщо $E > E_n$ або $T < T_n$ то більш капіталомісткий варіант ефективний.

При порівнянні різних методик техніко-економічного обґрунтування доцільності застосування в операційних механізованих технологіях тих, чи інших машинно-тракторних агрегатів можливо зазначити наступне:

1) За критерієм продуктивності та обчислення затрат праці доцільно обирати та обґрунтовувати машинно-тракторні агрегати для аграрних підприємств, де має місце дефіцит кваліфікованих працівників. Критерії щодо використання при прийнятті інженерних рішень приведених витрат та вартості капіталовкладень доцільно застосовувати з метою оцінювання нових техніки чи технологій. Критерій обґрунтування раціонального вибору МТА за мінімізацією палива є одним з домінуючих, але не враховує інших витрат на виробництво продукції. Відповідно, раціональним критерієм оптимізації та раціонального вибору МТА на нашу думку є критерій експлуатаційних витрат.

2.2. Розрахунок оптимального складу просапного агрегату

Обґрунтування оптимального складу агрегату розглянемо на прикладі використання трактора МТЗ -82 та просапного культиватора КРН-4,2.

Коротка характеристика агрегату: МТЗ-82 з просапним культиватором КРН-4,2

- діапазон робочих швидкостей трактора МТЗ-82 коливається у межах від 3,22 км/год до 12,33 км/год;
- максимальна допустима робоча швидкість на просапній культивації за агротехнічними вимогами складає до 12 км/год;
- конструктивна ширина захвату культиваторного агрегату складає 4,2м;

- конструкційна маса машинно- тракторного агрегату – 3500Н.

Під час вивчення тягової характеристики трактора МТЗ-82, визначений діапазон робочих швидкостей на відповідних передачах:

передача, $v_{p2} = 2,22$ км/год., $P_{кр} = 14,0$ кН;

передача, $v_{p3} = 5,48$ км/год., $P_{кр} = 14,0$ кН;

передача, $v_{p4} = 6,73$ км/год., $P_{кр} = 14,0$ кН;

передача, $v_{p5} = 7,97$ км/год., $P_{кр} = 11,5$ кН;

передача, $v_{p6} = 9,33$ км/год., $P_{кр} = 9,5$ кН.

Розраховуємо робочий опір агрегату за формулою[14,15]:

$$R_a = G_{кл} [f_m (1 - p''') \pm i] + a \cdot n \cdot k_d''', \quad (2.26)$$

де f_m – коефіцієнт опору перекочування машини;

n – кількість робочих органів, $n = 7$;

$G_{кл}$ - вага культиватора, Н;

$i = \operatorname{tg} \alpha$; $\alpha = 2,5^\circ$ – кут нахилу місцевості в градусах;

k_d - питомий опір ґрунту на один робочий орган, кг на 1см глибини обробітку; a -глибина обробітку в см;

p''' - коефіцієнт, що показує, яка частина ваги робочої машини навантажує трактор(для навісних агрегатів $p'''=1$).

$$R_a = 2943 \cdot [0,16 \cdot (1 - 1) + 0,436] + 5 \cdot 7 \cdot 5,6 = 1950,03 \text{ Н}$$

Приймаємо швидкість руху 2,59 м/с (9,33км/год), робочу ширину захвату – 4,2 м.

Розраховуємо коефіцієнт використання тягового зусилля на робочих передачах трактора [14,15]:

$$\eta_e = \frac{R_{агр}}{P_{кр}^n}, \quad (2.27)$$

де $R_{агр}$ – робочий опір агрегату, Нм.

$$\eta_{e6} = \frac{1,95}{9,5} = 0,2$$

Для роботи обираємо шосту робочу передачу трактора, швидкість руху на якій буде $v_p = 9,33$ км/год.

Обчислюємо тяговий ККД трактора на цій передачі:

$$\eta_{mp} = \frac{N_{кр}}{N_e}, \quad (2.28)$$

де $N_{кр}$ – витрати потужності на тягу машин агрегату, кВт;

N_e – номінальна потужність двигуна, кВт.

$$\eta_{mp} = \frac{13.9}{58.84} = 0.23$$

Розраховуємо ширину заїмки за формулою:

$$C_{омт} = \sqrt{2 \cdot (L \cdot B_p + 8R^2)}, \quad (2.29)$$

де L – довжина гону, м;

R – радіус повороту агрегату (при $B_{агр} = 4,2$ м, $R = 8$ м).

$$C_{омт} = \sqrt{2 \cdot (1000 \cdot 4,2 + 8 \cdot 8^2)} = 97,1 \text{ м.}$$

Визначаємо ширину поворотної полоси, для петльового повороту за формулою:

$$E = 3R + l, \quad (2.30)$$

де R – радіус повороту агрегату; l – половина ширини захвату агрегату, м.

$$E = 3 \cdot 8 + 2,1 = 26,1 \text{ м}$$

Обчислюємо коефіцієнт робочих ходів [14,15]:

$$\varphi = \frac{L}{L + 0.5C + \frac{4R}{C}(2R - B_p) + R + 2l}, \quad (2.31)$$

де L – довжина гону, м; C – ширина заїмки, м; R – радіус повороту агрегату, м; B_p – ширина захвату агрегату, м; l – кінематична ширина (агрегату, м.

$$\varphi = \frac{1000}{1000 + 0.5 \cdot 97.1 + \frac{4 \cdot 8}{97.1} \cdot (2 \cdot 8 - 4.2) + 8 + 2 \cdot 4.5} = 0.93$$

Коефіцієнт використання часу зміни приймаємо в межах: $\tau_{зм} = 0,75 \dots 0,9$.

Обчислюємо чистий робочий час за формулою:

$$T_p = \tau_{зм} \cdot T_{зм}, \quad (2.32)$$

де $T_{зм}$ – час зміни, год; $\tau_{зм}$ – коефіцієнт використання часу зміни.

$$T_p = 0,8 \cdot 8 = 6,4 \text{ год.}$$

Обчислюємо змінну продуктивність агрегату за формулою:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot v_p \cdot T_{зм} \cdot \tau_{зм}, \quad (2.33)$$

де B_p – ширина захвату агрегату, м; v_p – робоча швидкість агрегату, км/год; $T_{зм}$ – час зміни, год; $\tau_{зм}$ – коефіцієнт використання часу зміни.

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 9,33 \cdot 8 \cdot 0,8 = 25,12 \text{ га/зм.}$$

Розраховуємо затрати праці за формулою:

$$H = \frac{m}{W_{год}}, \quad (2.34)$$

де m – число робочих; $W_{год}$ – годинна продуктивність агрегату, га/год.

$$H = \frac{1}{3,13} = 0,31 \text{ год/га.}$$

Розраховуємо витрати енергії:

$$A = \frac{N_e}{W_{год}}, \quad (2.35)$$

де N_e – номінальна потужність двигуна, кВт;

$W_{год}$ – годинна продуктивність агрегату, га/год.

$$A = \frac{58,84}{3,13} = 18,8 \text{ кВт} \cdot \text{год/га.}$$

Визначаємо кількість агрегатів, необхідних для культивуації на заданому обсязі механізованих робіт з просапної культивуації [14,15]:

$$n_{агр} = \frac{S}{W_{зм} \cdot K_{зм} \cdot n}, \quad (2.36)$$

де S – площа поля, га; $W_{зм}$ – змінна продуктивність, га/зм; $K_{зм}$ – коефіцієнт змінності; n – кількість робочих днів.

$$n_{агр} = \frac{410}{25,1 \cdot 5 \cdot 5} = 0,65 \approx 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 агрегат.

Обчислюємо ефективну продуктивність, за формулою:

$$W_{еф}^{см} = 0,1 \cdot B_p \cdot v_p \cdot T_p \cdot K_{еф}^{он}, \quad (2.37)$$

де B_p – ширина захвату агрегату, м; v_p – робоча швидкість агрегату, км/год; T_p – чистий робочий час, год; $K_{еф}^{он}$ – коефіцієнт ефективності операції.

$$W_{еф}^{см} = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 9,33 \cdot 6,4 \cdot 0,93 = 23,32 \text{ га/зм.}$$

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПРОСАПНИХ КУЛЬТИВАТОРІВ БОРОНУВАЛЬНОГО ТИПУ

3.1. Методика досліджень особливостей роботи просапного культиватора з робочими органами - стрілочатими двобічними та однобічними лапами, дообладнаними ротаційними боронами.

Основними задачами експериментальної частини магістерської роботи являється віднайдення та уточнення раціональних технологічних налаштувань робочих органів просапного культиватора, що відповідають агротехнічним вимогам та скореговані з урахуванням конкретних умов того чи іншого поля просапних культур.

Удосконалення елементів операційної технології просапної культивуації технічних культур запропоновано шляхом додаткового встановлення на секції просапного культиватора КРН-4,2 ротаційних експериментальних борін (рис.3.2).

Під час таких досліджень необхідно визначити набір робочих органів на кожен секцію. Для досліджень обираємо культиватор КРН – 4,2. Робочі органи встановлюємо з урахуванням рекомендацій додатку А. При цьому враховуємо тип ґрунту та сільськогосподарську культуру, що вирощується.

Технологічна схема, щодо дослідження режимів роботи машинно-тракторного агрегату МТЗ-82 +КРН-4,2 представлена на рис. 3.1 [13].

Програма експериментальної частини дослідження полягала у наступному: для підрахування кількісних характеристик щодо оцінки якості обробітку посівів технічних культур просапними культиваторами була обрана низка послідовно розташованих ділянок поля, довжиною 1м, з шириною захисних зон 20см. Кратність ділянок - 10. Таких ділянок було розміщено декілька. Після проходу машинно-тракторного агрегату на одній інтегрованій ділянці, довжиною 10м з одними технологічними параметрами. Після цього було підраховано кількість знищених бур'янів, кількість пошкоджених культурних рослин. Швидкість руху машинно-тракторного

агрегату змінювалась у діапазоні 1...12км/год. При технологічних налагодженнях культиваторних секцій змінювали глибину обробітку від 10 мм до 100 мм.

Ширина експериментальної ділянки відповідала робочій ширині захвату просапного культиватора КРН-4,2. Кількість одночасно оброблених рядків просапних культур – шість. Тобто, мали смугу поля з шириною 4,2 метри і довжиною, кратною 10 метрам з інтервалами між заліковими ділянками до 8 метрів з метою зупинки та здійснення технологічних регулювань машинно-тракторного агрегату. Тобто, отримання експериментальних даних проводилось як усереднене з десяти метрових ділянок, що відображали десятикратну повторність.

Залікові ділянки слугують для підрахунку загальної кількості бур'янів та культурних рослин просапних культур перед початком культивації.

Після здійснення просапної культивації на залікових ділянках було підраховано кількість пошкоджень рослин просапних культур, кількість знищених та незнищених бур'янів (рис. 3.1). Етапи проведення експериментальних досліджень подані на рис.3.2., 3.3., 3.4.

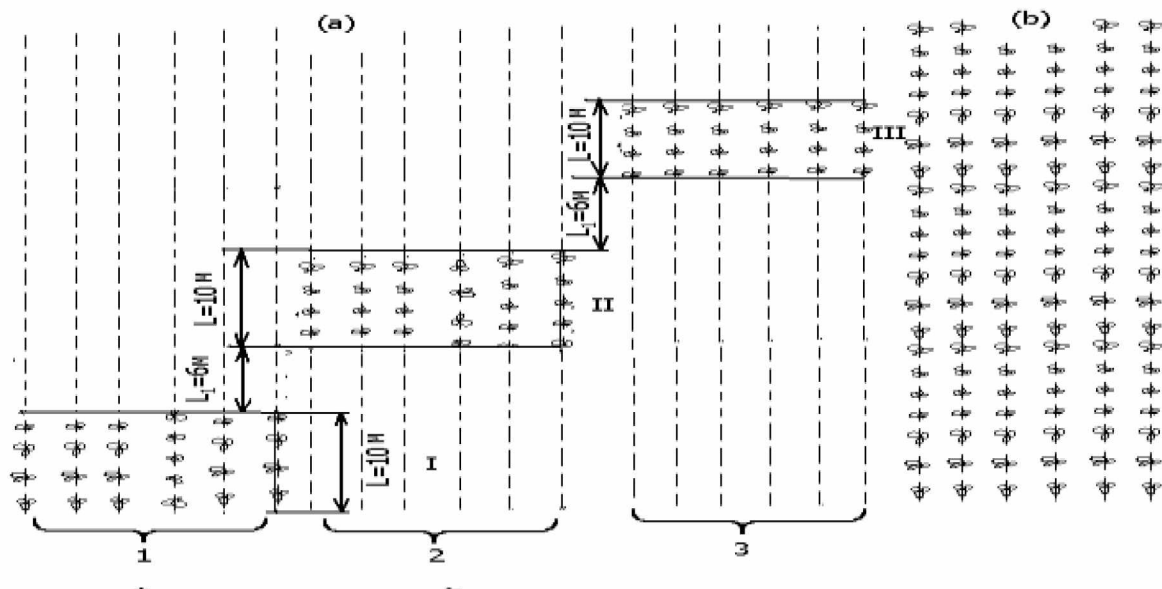


Рисунок 3.1 - Схема випробувань робочих органів: 1...3 – номери проходів агрегату; I...III – номери облікових ділянок довжиною 10 метрів; (а) облік ділянки; (б) суміжна облікова ділянка для відбору проб на якість роботи робочих органів; L і L1 – довжини облікових та технологічних ділянок відповідно [13]



Рисунок 3.2 – ротаційні борони пасивного типу, якими пропоновано дообладнати культиваторну секцію машинно-тракторного агрегату МТЗ-82+КРН-4,2 під час проведення експериментальних досліджень з визначення якості просапної культивації.



Рисунок 3.3 - Дослідні ділянки поля на посівах зернової кукурудзи після здійснення просапної культивації



Рисунок 3.4 - Дослідні ділянки поля на посівах соняшника після здійснення просапної культивації

При проведенні досліджень елементів операційної технології по здійсненню захисту рослин за рахунок просапної культивуації було використано прямі методи визначення технологічних параметрів якості такої технологічної операції [13].

Ступінь підрізання бур'янів обчислювалась по формулі % [8,13]:

$$K_{\Pi} = 100(n_c - n_{cn})/n_c, \quad (3.1)$$

де n_c , n_{cn} – визначена кількість бур'янів на контрольних ділянках до і після проходу культиваторного агрегату; та ступінь пошкодження культурних рослин у %:

$$K_{\Pi} = 100 \cdot n_n / n_o, \quad (3.2)$$

де n_n , n_o – кількість, відповідно, пошкоджених культурних рослин і всіх культурних рослин до проходу агрегату.

3.2. Регресійний аналіз результатів експерименту

Під час планування багатofакторного експерименту необхідно визначити та згрупувати залежні і незалежні фактори [13]:

1. Перша група $A = (X_2, X_3)$ – включає фактори експериментального дослідження, які мають властивість бути контрольованими та допускати цілеспрямовані зміни власних величин. В нашому випадку це робоча швидкість руху МТА та глибину обробітку міжрядь;
2. Друга група $U = (X_4, X_5)$, об'єднує фактори, властивістю останніх є змога бути контрольованими без зміни їх кількісних та якісних характеристик при проведенні експериментального дослідження. В нашому експерименті такими факторами будуть вологість ґрунту та твердість обробленого шару ґрунту. Цифрові значення таких факторів можливо отримувати шляхом проведення додаткових лабораторних досліджень;
3. Третя група $Y = (Y_1, Y_2)$ – це вихідні показники, які у нашому випадку і характеризують якість просапної культивуації. Сюди відносимо повноту

механічного однорічних та багаторічних знищення бур'янів, та відносне значення кількості пошкоджених культурних рослин.

Відповідно кореляційно-регресійна модель досліджуваного процесу буде визначатися системою співвідношень виду [18]:

$$Y_1 = F(A, U), \quad (3.3)$$

а саме:

$$X_6 = F(X_1, X_2, X_3, X_4) \quad (3.4)$$

та

$$Y_2 = F(X_1, X_2, X_3, X_4). \quad (3.5)$$

Тобто, за допомогою проведення експериментальних досліджень вивчаємо співвідношення між повнотою знищення бур'янів Y_1 та обсягом пошкоджених рослин просапних культур Y_2 та їхні функціональні залежності від робочої швидкості руху агрегату X_2 та від глибини обробітку міжрядь X_3 .

Таблиця 3.1 - Вплив типу робочого органу на повноту знищення бур'янів в захисних зонах та ступінь пошкодження культурних рослин на посівах кукурудзи

Тип роб. органу	Повнота знищення бур'янів, Y_1 %	Ступінь пошкодження культурних рослин, Y_2 %
	кукурудза	кукурудза
Стрільчаста лапа культиватора КРН-4,2	34,0	9,8
Однобока лапа Культиватора КРН-4,2	53,6	5,7

Таблиця 3.2 - Оцінки рівнянь регресивного аналізу

Тип робочого органу	Для кукурудзи	
	Y_1	Y_2
Стрільчаста лапа культиватора КРН-4,2	$12,27X_2 + 16758X_3 - 9,01$	$5,67X_2 + 289,9X_3 - 19,88$
Однобока лапа Культиватора КРН-4,2	$13,4X_2 + 534,1X_3 - 27,13$	$28,05X_2 + 478,7X_3 - 87,29$

Нами отримані залежності між ступенем знищених бур'янів Y_1 та ступенем пошкоджених рослин кукурудзи та соняшника Y_2 відносно

робочої швидкості руху агрегату X_2 та глибини обробітку ґрунту в міжряддях X_3 :

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_2 + \beta_2 X_4 \text{ та } Y_2 = \beta_0 + \beta_1 X_2 + \beta_2 X_4.$$

Проаналізуємо рівняння регресійного аналізу, що отримані за експериментальними даними передпосівної культивуації на посівах зернової кукурудзи.

За результатами регресійних рівнянь, що містить таблиця 3.1. та таблиця 3.2., нами встановлено: кращі результати відносно максимально можливого ступеня механічного знешкодження бур'янів з мінімальною мірою пошкоджених паростків кукурудзи культиваторною секцією КРН-4,2 має місце за умови глибини обробітку міжрядь, що дорівнює 5см...7см; робочої швидкості агрегату, що дорівнює 8км/год... 11км/год.

Таблиця 3.3 - Вплив типу робочого органу на повноту знищення бур'янів в захисних зонах та ступінь пошкодження культурних рослин на посівах

☒ соняшника

Тип роб. органу	Повнота знищення бур'янів, Y_1 %	Ступінь пошкодження культурних рослин, Y_2 %
	соняшник	соняшник
Стрільчаста лапа культиватора КРН-4,2	32,0	7,8
Однобока лапа Культиватора КРН-4,2	63,6	6,7

Таблиця 3.4 - Оцінки рівнянь регресивного аналізу по результатам експериментальних досліджень просапної культивуації на посівах соняшника

Тип робочого органу	Для соняшника	
	Y_1	Y_2
Стрільчаста лапа культиватора КРН-4,2	$14,26X_2 + 16788X_3 - 7,01$	$10,68X_2 + 299,4X_3 - 15,88$
Однобока лапа Культиватора КРН-4,2	$12,6X_2 + 634,1X_3 - 26,13$	$18,05X_2 + 458,7X_3 - 84,26$

Проаналізувавши рівняння лінійних регресій (табл.3.3., табл.3.4.), можливо стверджувати, що найбільші параметри щодо механічного руйнування бур'янів, і, відповідно, кращі характеристики по ступеню пошкоджених паростків соняшника під час проведення просапної культивуації за допомогою культиватора КРН-4,2 можливо отримати за умови встановлення глибини обробітку культиваторними лапами 6см...7,6см; робочій швидкості руху МТА від 8 до 11,5 км/год.

3.3. Побудова квадратичних поверхонь відгуку та пошук оптимальної технологічної наладки культиватора КРН-4,2

Продовженням експериментальної частини магістерської роботи буде проведення та обробка результатів експериментальних випробувань просапного культиватора КРН-4,4 на посівах кукурудзи та соняшнику при здійсненні просапної культивуації. При пошуку оптимального варіанту технологічного налагоджування робочих органів пропонованого культиватора враховується агротехнічний стан поля та кліматичні умови регіону.

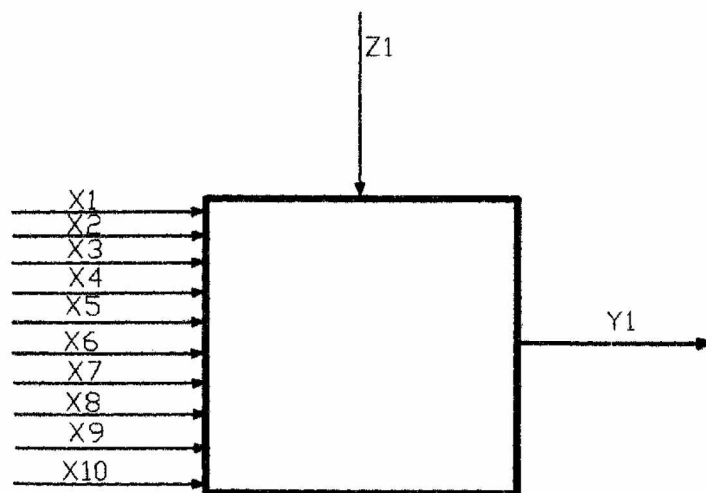


Рисунок.3.5 - Схема «Чорного Ящика»

«Чорний ящик», що відтворює схему проведення двофакторного експерименту, порказує взаємозв'язок між вхідними факторами та досліджуваними вихідними функціями.

Ми будемо вивчати залежності між впливом швидкості руху машинно-тракторного агрегату, глибиною обробітку міжрядь культиваторними лапами, ступенем пошкоджуваних рослин паростків просапних культур та відсоток знищених бур'янів. Результати експериментального дослідження у якості графічної інтерпретації містить рис.3.5.

В нашому варіанті вісь X1 – являється глибиною руху культиваторних лап КРН-4,2 для першої частини експериментального дослідження; та приймемо позначення X1 – як відображення швидкості руху машинно-тракторного агрегату (МТЗ-82+КРН-4,2) в наступній частині експериментального дослідження.

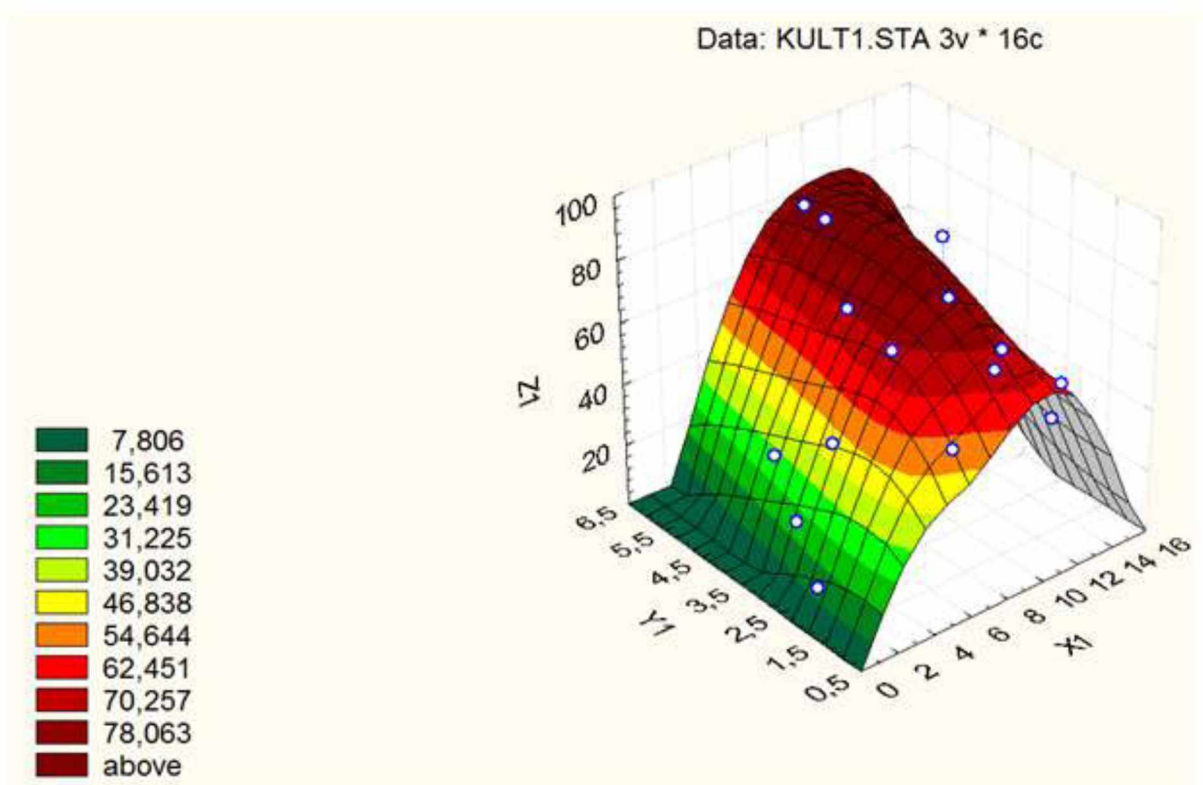


Рисунок. 3.6 - Поверхня відгуку ступеня знищення бур'янів Z1,% та ступеня пошкодження культурних рослин Y1, % в залежності від глибини обробітку ґрунту X1 на посівах кукурудзи.

За допомогою прикладних комп'ютерних програм пакету «STATISTICA» були обчислені та графічно відтворені криволінійні поверхні відгуку другого порядку. Такі поверхні містить рис. 3.6 - на просапній

культивуваці паростків кукурудзи, та рис.3.7. – на просапній культивуваці рослин соняшнику.

Такі графічні криволінійні поверхні відображають важливість та вагомість впливу глибини розпушеного культиваторною секцією КРН-4,2 ґрунту у міжряддях просапних культур (в цьому випадку позначимо X_1) та відсотком пошкоджених рослин просапних культур Y_1 на ступінь зруйнованих бур'янів Z_1 .

При цьому швидкість руху машинно-тракторного агрегату фіксується на 9,5 км/год.

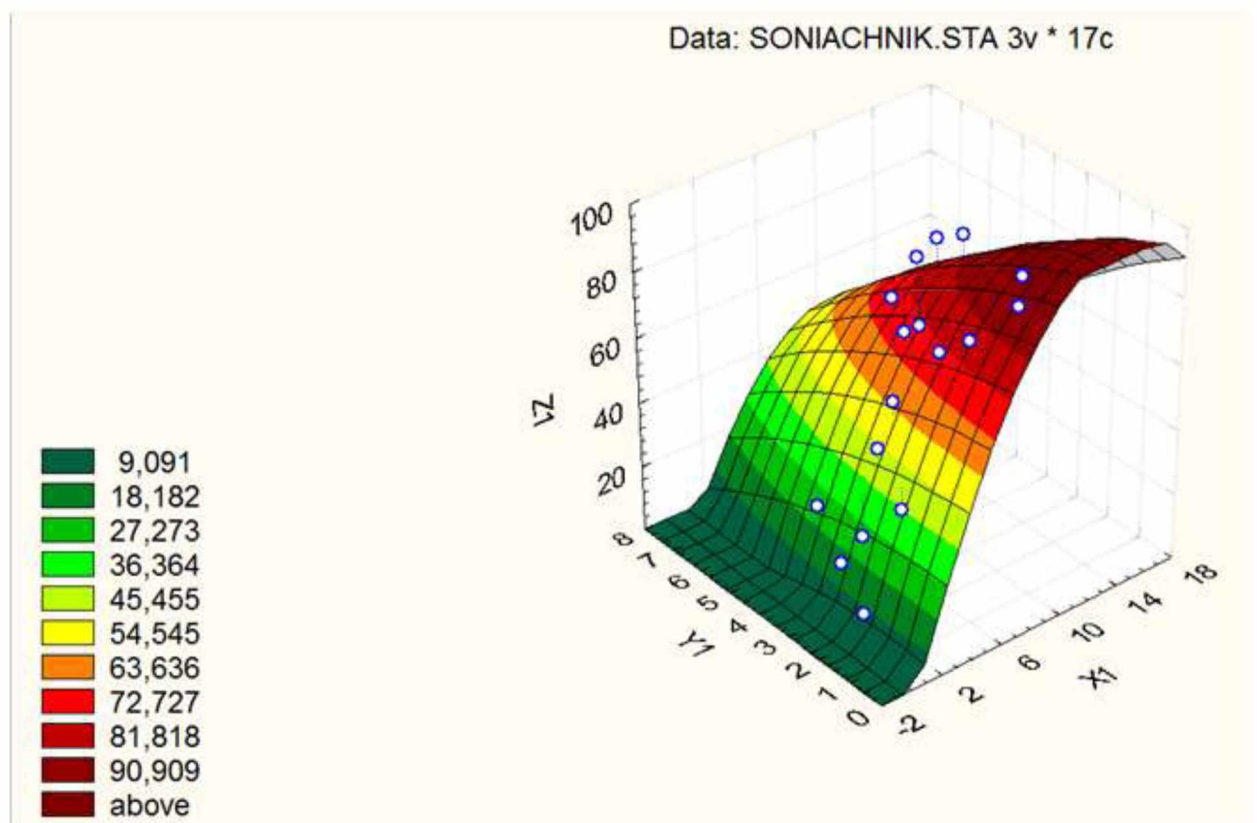


Рисунок 3.7 - Поверхня відгуку ступеня знищення бур'янів Z_1 ,% в залежності від ступеня пошкодження культурних рослин Y_1 ,% та глибини обробітку ґрунту X_1 ,см на посівах соняшнику.

Таблиця 3.5 - Експериментальні дані до поверхні відгуку на рис. 3.6.

X1	Y1	Z1	X1	Y1	Z1	X1	Y1	Z1
3,000	4,000	30,000	1,000	2,000	10,000	2,000	3,000	20,000
6,000	1,000	50,000	4,000	3,000	40,000	5,000	2,000	75,000
9,000	6,000	80,000	7,000	4,000	67,000	8,000	5,000	85,000
12,000	1,000	55,000	10,00	3,000	90,000	11,000	2,000	60,000
15,000	5,000	43,000	13,00	3,000	40,000	14,000	2,000	30,000

Таблиця 3.6 - Експериментальні дані до поверхні відгуку на рис. 3.7.

X1	Y1	Z1	X1	Y1	Z1	X1	Y1	Z1
2,000	4,000	25,000	1,000	2,000	7,000	1,500	3,000	15,000
4,000	3,000	45,000	3,000	3,000	20,000	3,500	2,000	34,000
7,000	4,000	78,000	5,000	3,000	57,000	6,000	2,000	76,000
10,000	4,000	90,000	8,000	2,000	75,000	9,000	1,000	89,000
14,000	5,000	78,000	11,000	5,000	56,000	12,000	6,000	46,000
			15,000	7,000	58,000	16,000	4,000	67,000

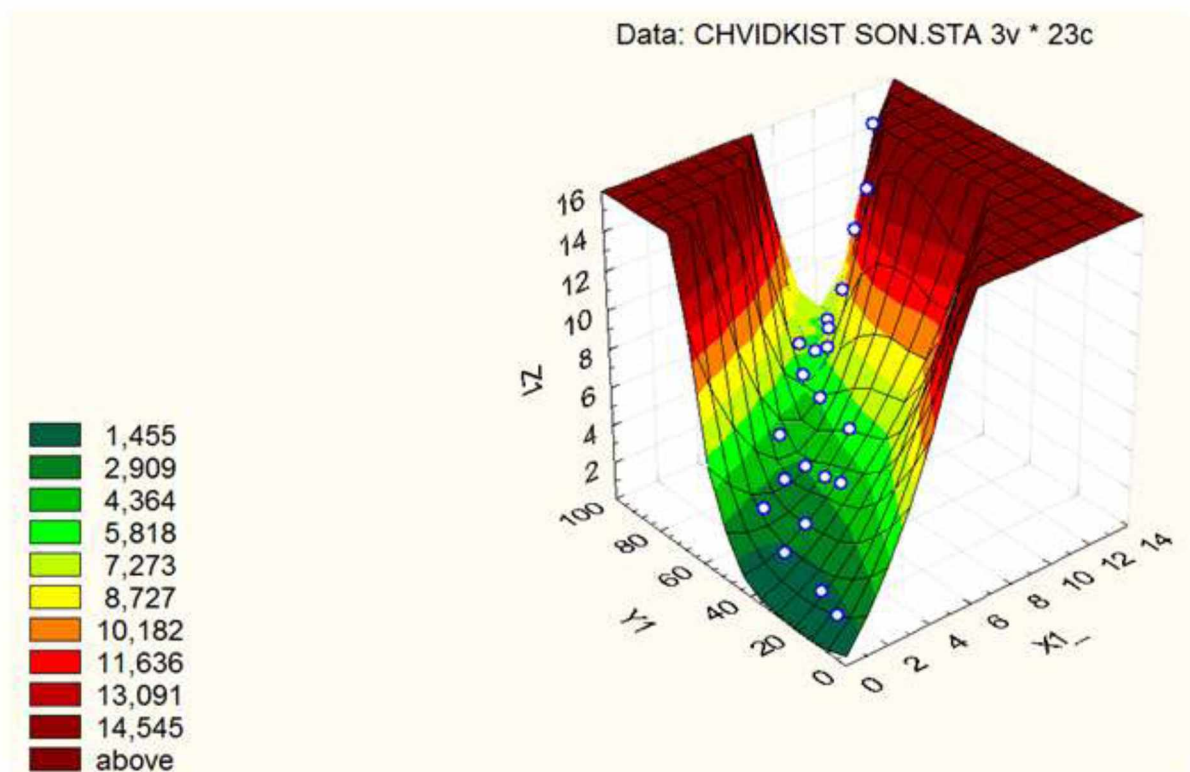


Рисунок. 3.8 - Поверхня відгуку ступеня знищення бур'янів Z1, % та ступеня пошкодження культурних рослин Y1, % в залежності від швидкості руху МТА X1 на посівах соняшнику.

При оцінюванні криволінійних поверхонь з рис. 3.3. та з рис. 3.4., можливо зазначити, що оптимальною технологічною наладкою культиваторної секції КРН-4,2 на полях зі сходами кукурудзи та соняшнику, являється глибина просапної культивації від 5см до 7см. При цьому фіксована швидкості руху машинно-тракторного агрегату складає 9,5 км/год.)

Таблиця 3.7 - Експериментальні дані до поверхні відгуку на рис. 3.8.

	X1	Y1	Z1		X1	Y1	Z1		X1	Y1	Z1
3	2,000	43,000	1,000	1	1,000	12,000	1,000	2	1,500	23,000	1,000
6	3,500	56,000	3,000	4	2,500	56,000	2,000	5	3,000	43,000	2,000
9	5,000	45,000	3,000	7	4,000	43,000	4,000	8	4,500	67,000	4,000
12	6,500	67,000	5,000	10	5,500	65,000	2,000	11	6,000	50,000	5,000
15	8,500	87,000	5,000	13	7,000	79,000	5,000	14	7,500	85,000	6,000
18	10,000	94,000	5,000	16	9,000	86,000	5,000	17	9,500	90,000	6,000
21	11,500	90,000	12,000	19	10,500	92,000	7,000	20	11,000	91,000	10,000
				22	12,000	92,000	15,000				

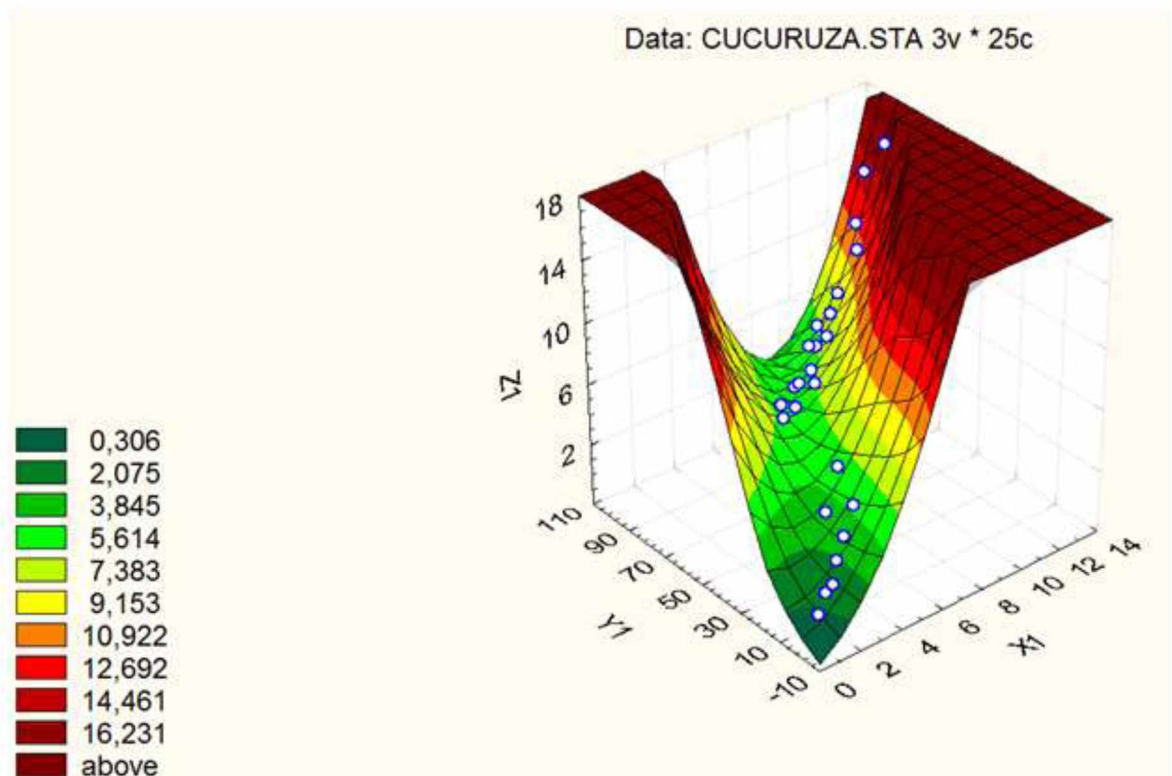


Рисунок.3.9 - Поверхня відгуку ступеня знищення бур'янів Z1,% % в залежності від ступеня пошкодження культурних рослин Y1 та швидкості руху МТА X1 на посівах кукурудзи.

За характером кривизни поверхні відгуку, що подана на рис. 3.8., до оптимальних режимів технологічної наладки культиваторної секції КРН-4,2, при здійсненні догляду за посівами соняшнику, являється швидкість руху машинно-тракторного агрегату в діапазоні 8,5км,год... 10,5 км/год., за умови глибини ходу культиваторних лап 5см...7см.

Таблиця 3.8 -Експериментальні дані до побудови поверхні відгуку на рис. 3.9.

№	X1	Y1	Z1	№	X1	Y1	Z1
1	1,000	1,000	0,000	11	6,000	65,000	6,000
2	1,500	2,000	1,000	12	6,500	70,000	4,000
3	2,000	4,000	1,000	13	7,000	73,000	5,000
4	2,500	7,000	2,000	14	7,500	70,000	5,000
5	3,000	9,000	3,000	15	8,000	77,000	5,000
6	3,500	23,000	3,000	16	8,500	80,000	6,000
7	4,000	14,000	4,000	17	9,000	89,000	5,000
8	4,500	27,000	5,000	18	9,500	90,000	6,000
9	5,000	60,000	5,000	19	10,000	90,000	5,000
10	5,500	67,000	5,000				

На основі аналізу рис. 3.9. оптимальним режимом роботи культиватора КРН-4,2 на посівах кукурудзи є швидкість МТА МТЗ-80+КРН-4,2 в діапазоні 8-11км/год. (при фіксованій глибині обробітку 5-6см). Інші фактори експерименту (знос лап культиватора, опорних котків, елементів навіски оставались незмінними).

4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Екологічна експертиза

Закон України “Про екологічну експертизу” був прийнятий Верховною Радою 9 лютого 1995 року.

Метою виконання екологічних експертиз являється впровадження комплексу природоохоронних заходів на стадії проектування виробництва для попередження та нівелювання негативного впливу виробничих діяльностей людства в різних галузях економіки відносно стану оточуючого природного середовища, в тому числі запобігання шкідливого впливу на здоров'я людей. При цьому здійснюються оцінки величин екологічності проектів, їх безпечності при проведенні тієї чи іншої господарської діяльності, визначається екологічна ситуації кожній ділянці виробництва та проєктованих об'єктах.

До основних задач проведення екологічних експертиз відносять:

- 1) віднайдення та обговорення ступенів екологічних ризиків та техногенної безпеки при впровадженні нових та моніторингу існуючих проектів чи виробництв, технологій, операцій;
- 2) залучення інноваційних системних наукових методик та методологій для оцінювання виробничих промислових об'єктів;
- 3) співставлення реальної ситуації щодо охорони навколишнього середовища на виробництвах та екологічності впроваджених чи проєктованих технологій в цілому з сучасними нормативами та вимогами екологічних законів, санітарних вимог, будівельних норм та правил;
- 4) проведення моніторингу та оцінювання ступеня шкідливості виробничих об'єктів, впливу шкідливих виробничих факторів як об'єктів аналізу екологічних експертиз на стан оточуючого природного середовища, на

якість життя та здоров'я людей, на кількісно-якісні показники природних ресурсів;

- 5) системне оцінювання - ефективність, повнота, обґрунтованість, достатність міроприємств по охороні оточуючого природного середовища, збереження життя і здоров'я людей;
- 6) підготовлення на основі проведених екологічних експертиз і екологічного моніторингу науково обґрунтованих висновків з певною повнотою та всебічністю висвітлення поставлених питань.

До основних принципів проведення екологічних експертиз відносять:

- 1) принципи, що гарантують екологічно безпечне навколишнє середовище, яке являється безпечним відносно життя та здоров'я людей;
- 2) принципи збалансованості відносно екологічного, економічного, медико-біологічного та соціального інтересів суспільства виробничих територій та територіальних громад з обов'язковим врахуванням громадської думки;
- 3) принцип наукової обґрунтованості, незалежності, об'єктивності, комплексності, варіантності, публічності;
- 4) принципи екологічної безпеки, територіально-галузевої та економічної доцільності, принципи реалізацій основних об'єктів екологічних експертиз, принципи планової чи здійсненої діяльності;
- 5) принципи державного спостереження та державного регулювання;
- 6) принципи ведення екологічно-моніторингової діяльності у рамках чинного законодавства.

У випадку проведення нашого дослідження за темою магістерської роботи **«Покращення якості міжрядного обробітку просапних культур за рахунок удосконалення боронувального робочого органу»** застосування додаткового боронування, як у міжряддях рослин просапних культур, так і безпосередньо у захисних зонах культурних рослин, дає змогу розпушувати поверхневий шар ґрунту, зберігати вологу у ґрунті, знищувати однорічні бур'яни у поверхневому шарі ґрунту, покращувати повітрообмін, структуру ґрунту.

Важливо, що такі операції виконуються за один прохід машинно-тракторного агрегату, що спрямовано на зменшення загальної кількості проходів машинно-тракторних агрегатів по полі та кумулятивного ущільнення підорного шару ґрунту.

Щодо технології вирощування та збирання основних просапних технічних культур, то для виконання основних механізованих робіт з підготовки поля до посіву, проведення догляду за посівами просапних культур, виконання збиральних робіт нами пропонуємо використовувати універсальні та просапні трактори типу ХТЗ-200, Т-150, ДТ-75М, Caterpillar, МТЗ . Також в останній час при виконанні комплексу механізованих робіт необхідно надавати перевагу широкозахватним комбінованим агрегатам.

Такі заходи направлені на мінімізацію руйнування структури ґрунту та зменшення ступеня переущільнення ґрунту.

Цікавим рішенням щодо такого питання є використання інноваційного зернозбирального комбайна Tribine Т-1000 (URL: <https://tribine.com/#top>), який виключає застосування перевантажувальних зерновозів під час збиральних робіт та може бути дооснащений спеціальною фрезою для розпушування колії. Таким чином поле вже готово до застосування стрічкових чи нульових технологій. А така стратегія землеробства направлена на збереження родючості ґрунту та накопичення гумусу.

Тобто, у сучасному землеробстві стратегія щодо покращення родючості ґрунту є вихідними умовами для досягнення збільшення урожайності, збереження екологічності технологій та створення найбільш сприятливих умов зменшення шкідливих складових виробничих технологій відносно навколишнього середовища.

Незважаючи на наявність багатьох інноваційних агроінженерних рішень щодо покращення екологічності виробничих сільськогосподарських процесів, в багатьох випадках сучасного сільськогосподарського виробництва руйнування поверхневого шару ґрунту та ущільнення підорного досягає вражаючих обсягів.

Таблиця 4.1 – Інноваційні світові технології, направлені на збереження родючості ґрунту

Tribine T-1000 (URL: https://tribine.com/#top)	
	
<p>Кількість дизельних двигунів - 2 Сумарна потужність двигунів – 650 hp/485 kW Місткість паливного баку – 1893 л Час роботи комбайна без дозаправки – 18 годин Діаметр ротора – 970 мм Ширина похилої камери – 1680 мм Кут обхвату ротора - 270° Площа обмолоту – 2,30 м² Площа сепарації – 2,30 м² Площа очистки – 8,58 м² Місткість зернового бункера – 35,239 м³ Продуктивність вивантажувального шнека бункера – 300 л/с Конструктивна маса – 24,494 кг</p>	
<p>Пріоритетний спосіб розвантаження бункера – вантажний автомобіль на дорозі чи краю поля</p>	
	
<p>Інновації, направлені на органічне землеробство та збереження гумусу – фреза за рушіями для розпушування колії</p>	
<p>United States Patent (10) Patent No.: US 10,231,371 B2 (45) Date of Patent: Mar. 19, 2019</p> 	

З метою зменшення та максимально можливого усунення наслідків вітрової та водяної ерозії ґрунту нами також при застосуванні індустріальних технологій сільськогосподарського виробництва у рослинництві можливо запропонувати використання суцільного безвідвального обробітку поверхневого шару ґрунту, операційних технологій мульчування, заходів зі створення ті відновлення лісосмуг.

Більш доступним і розповсюдженим методом захисту поверхневого шару ґрунту є використання у якості ґрунтозахисних елементів технологічних решток сільськогосподарських рослин-попередників. Таким нехитрим способом можливо захистити ґрунти не тільки від вітрової та водяної ерозій, але й додатково накопичувати та зберегти вологу родючому шарі.

В останній час все більша частина прогресивного людства актуалізує проблематику щодо відмови від широкого застосування хімічних засобів захисту культурних рослин. Тому нами пропоновано частину операційних технологій з заміною хімічних методів захисту рослин на механічні методи - безпосередньо це проведення досходового боронування боронами типу ЗБЗСС-1,0, ШБ-2,5; та проведення післясходового боронування дообладнаними експериментальними ротаційними боронами секціями культиватора КРН-4,2.

Нами пропоновано перспективні технологічні карти з оптимізованим за критеріями мінімізації затрат праці та виробничих затрат комплексом сільськогосподарських машин.

Такий комплекс також максимально відповідає умовам екологічності індустріальних технологій в сучасному сільськогосподарському виробництві.

4.2 Охорона праці

Охорона праці тісно пов'язана з безпекою у надзвичайних ситуаціях в умовах сучасного індустріалізованого сільськогосподарського виробництва.

Основними актуальними завданнями, які вирішують заходи з охорони праці та заходи з організації безпеки у надзвичайних ситуаціях, є збереження здоров'я та життя працівників агропромислових підприємств.

Досягнення повного ступеня виконання таких завдань здійснюється на основі широкого застосування сучасних систем управління та моніторингу умов праці, віднайденню та усуненню можливих причин виробничого травматизму та техногенних аварій, створенням на робочих місцях гігієнічних та санітарних умов, що відповідають сучасній нормативно-правовій базі з охорони праці. [17,34].

Як у всьому світі, так і у нашій країні, система охорони праці стимулює усунення шкідливих виробництв, застосування механізованих та автоматизованих виробничих засобів на важких рутинних повторюваних технологічних операціях.

Перед прийняттям інженерного рішення щодо усунення того чи іншого шкідливого виробничого фактору, також аналізуються виробничі умови, в яких діє той чи інший шкідливий виробничий фактор. Особливо актуальне висвітлення такого питання, коли такі шкідливі фактори носять антропогенний характер.

Основні небезпечні виробничі фактори поділяють на явні та скриті. Явні негативні виробничі фактори характеризуються очевидною чітко вираженою дією. Скриті негативні виробничі фактори можуть призвести до відтермінування або непрогнозованого виникнення аварій та травм.

В загальному, система заходів, направлена на охорону життя та здоров'я працівників та громадян під час здійснення трудової діяльності має стратегічне значення на рівні держави.

Вирішення таких поставлених завдань у вагомій частині залежить від рівня підготовки і кваліфікації відповідних фахівців з охорони праці.

Тепер безпосередньо опишемо основні вимоги з охорони праці при виконанні операційних технологій з просапної культивуації.

Безпосереднє водіння машинно-тракторних агрегатів можливе тільки механізаторами, що виконали програму спеціальної підготовки та отримали посвідчення тракториста-машиністі відповідної категорії.

Пуск основного двигуна трактора повинен здійснюватися тільки при виключених передачах на КПП.

Не дозволено здійснювати допуск до їзди на тракторах будь-яких сторонніх осіб, заборонено здійснювати запуск перегрітого двигуна, заборонено використання дублювального тросового пускового пристрою на пускових двигунах.

Заборонено відкручувати без термічних рукавиць кришку радіатора двигуна трактора.

Заборонено виконувати будь-які ремонтні чи технологічні налагоджувальні роботи та тракторі при працюючому двигуні.

Заборонено регулювати натяги пасів охолоджувального вентилятора двигуна трактора при працюючому двигуні.

Заборонено промивати деталі сільськогосподарських машин бензином чи іншими легкозаймистими сумішами.

При русі машинно-тракторного агрегату заборонено зістрибувати чи сідати на трактор, зістрибувати чи сідати на сільськогосподарські машини.

Заборонено здійснювати переїди залізничних колій у місцях, де відсутні спеціально обладнані переїзди.

Переїжджати залізничні колії можна тільки в дозволених місцях і обов'язково на першій передачі.

Сільськогосподарські машини та обладнання, що мають причіпне знаряддя, повинні контролюватись на технічну справність зчіпок та жорсткість причіпної конструкції.

Під'єднання сільськогосподарських машин до трактора здійснюється без ривків на понижених передачах трактора.

У разі, коли машинно-тракторний агрегат скомплектовано з начіпними сільськогосподарськими машинами, то треба перевіряти вірність навішування таких машин на начіпні пристрої трактора, технічний стан з'єднань та гідравлічних трубопроводів.

Перед початком руху оператор трактора повинен подати звуковий сигнал.

Особливої уваги потребує робота машинно-тракторних агрегатів у нічну зміну. Необхідно перевірити справність електрообладнання тракторам та звернути увагу на технічний стан та налагодження освітлювального обладнання.

Додаткові небезпечні виробничі фактори виникають при роботі тракторів з тягово-привідними сільськогосподарськими машинами.

Перед початком роботи з такими машинами перевіряють з'єднання приводу валу відбору потужності з приводним карданом трактора. Перевіряють ступінь затяжки карданних болтів. Обертові елементи приводу сільськогосподарської машини повинні бути захищені захисним кожухом.

При здійсненні водінні трактора необхідно пам'ятати, що трактор має досить високий центр ваги і схильний до перевертання на крутих спусках та підйомах, на крутих поворотах, особливо при перевищенні допустимої швидкості руху.

Також, здійснювати переїзди через мости та греблі можливо здійснювати переконавшись у відповідності допустимої ваги, що витримують такі споруди з вагою машинно-тракторного агрегату.

При русі по дорогах загального призначення, необхідно триматися максимально можливої правої сторони, при русі у колонні транспортних засобів, необхідно витримувати відстані і інтервали між машинами не менше 20м.

Техніка безпечного виконання операційних технологій на машинно-тракторних агрегатах повинна включати наступне:

- при виконанні просапної культивації оператору необхідно уважно стежити і контролювати показники контрольно-вимірювальних приладів, бортових комп'ютерів та моніторів система автоматичного контролю та регулювання технологічного процесу. Виявлені відхилення від програмних технологічних параметрів та аварійні ситуації необхідно вчасно усувати.

Після паркування трактора на місце стоянки, оператор повинен перемкнути важіль КПП у нейтральне положення та загальмувати трактор паркувальними гальмами.

Особливої уваги при роботі на машинно-тракторних агрегатах потрібно приділяти пожежній безпеці.Порушення наступних вимог може призвести до пожеж, вибухів та інших нещасних випадків, несе загрозу життю та здоров'ю людей, може призвести до пошкодження майна; а саме: заборонено відкупорювання ємностей з легкозаймистими чи вибухонебезпечними речовинами будь якими ударними способами; заборонено при виконанні заправних робіт використовувати відкрите полум'я; куріння під час заправки трактора заборонено; забороняється під час пуску двигуна трактора у холодні періоди року використання відкритого полум'я; забороняється мати неохайний спеціальний робочий одяг, просочений нафтопродуктами [34].

За виробничої необхідності здійснювати освітлювальні роботи відносно паливних баків та паливної системи дозволяється тільки електричними справними освітлювальними приладами.

Необхідно постійно перевіряти візуально основні вузли і агрегати трактора на наявність підтікань паливно –мастильних матеріалів і других технологічних рідин. Підтікання необхідно по можливості швидко ліквідувати.

Таким чином, безпечна робота на машино-тракторних агрегатах у сучасному сільськогосподарському виробництві – це перш за все дотримання правил виробничих та технічних технологій.

4.3. Техніко-економічне обґрунтування досліджень

Обґрунтованість інженерно-технологічних рішень щодо проведених науково – дослідницьких (НДР) та дослідно–конструкторських (ДКР) робіт доводиться розрахунком основних загальноприйнятих економічних показників та розрахункових коефіцієнтів.

До таких показників можливо віднести ступінь збільшення виробництва продукції за рахунок підвищення якісних характеристик товарів і послуг та отриманий після впровадження інновацій щодо технологічних операцій виробництва просапних технічних культур річний економічний ефект.

При написанні даної магістерської роботи ми розраховуємо очікуваний річний економічний ефект. Під час розрахунку такого економічного показника, результати випробувань приймають під час проведення виробничої перевірки інновацій. [27,28].

Річний очікуваний прогнозований економічний ефект, розраховуємо за формулою [2]:

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

де \mathcal{E} – Річний економічний ефект, грн.; C_{δ} ; C_n – собівартість одиниці продукції або виконаних робіт за базовим та новими варіантами, грн; K_{δ} , K_n – питомі капітальні вкладення відповідно до базового та нового варіанту, грн.; E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E_n = 0,15$; A_n – виробнича програма планового замовлення чи використання інноваційних технологій за результатами науково-дослідних, дослідно-конструкторських робіт, розробки елементів нової техніки, впровадження винаходів, впровадження корисних моделей; показники приймаються у розрахунковому періоді в кількісних одиницях.

Співставні складові відносно структури собівартості одної тони зерна просапних культур подано формулою [2]:

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

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

Прямі затрати на виробництво розглядаються як сума [2]:

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

де: $C_{\text{пр.експл.}}$ – прямі експлуатаційні затрати, грн.; $C_{\text{авто}}$ – затрати на транспортні додаткові перевезення щодо очищення, зберігання та продажу гтової продукції технічних культур, грн.; $C_{\text{ен}}$ – вартість електроенергетичних носіїв, які використовуються з метою проведення очищувальних операцій, операцій по зберіганню та продажу сільськогосподарської продукції, грн.; $C_{\text{а.сп.}}$ – амортизація виробничих потужностей та споруд, грн.; $C_{\text{обсл. сп}}$ – вартість поточних ремонтів та вартість технічного і технологічного обслуговування виробничих потужностей грн.; $C_{\text{інш}}$ – запланована вартість інших витрати, грн.; $C_{\text{об}}$ – витрати на оборотні засоби, без вартості ПММ (насіння, добрива, отрутохімікати...), грн.

Прямі експлуатаційні затрати є сумою [2]:

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

де: $C_{\text{з.п}}$ – обсяг заробітної плати та додаткових нарахувань на заробітну плату щодо механізаторів та обслуговуючого персоналу виробничих підрозділів грн.; $C_{\text{гсм}}$ – вартість енергетичних носіїв та нафтопродуктів – паливо, бензин, мастила, грн.; $C_{\text{ам}}$ – відсоток амортизації сільськогосподарських машин, грн.; $C_{\text{то,тр}}$ – відрахування на витрати на технічні обслуговування та поточні ремонти сільськогосподарських машин, грн.; $C_{\text{ін.е}}$ – інші витрати експлуатаційного спрямування, грн.

Відсоток накладних витрат - $C_{\text{накл}}$, рекомендується приймати в межах 30...35% відносно суми прямих експлуатаційних витрат.

Термін окупності основних капіталовкладень, відносно планування процесів використання нової сільськогосподарської техніки, та додаткових капіталовкладень можливо розрахувати за наступними формулами [2]:

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

$$T_1 = K_{\text{доп}} / \Delta\Pi(\text{Чд})_{\text{н}}, \quad (4.6)$$

де T та T_1 – відповідно терміни окупності запланованих та додаткових капіталовкладень у роках; $K_{\text{н}}$ – питомий обсяг планових капітальних

вкладень в проектному випадку, грн/т;

$K_{\text{доп}}$ – додаткові капітальні вкладення відносно нової техніки, грн;
 $\Pi(\text{Чд})_{\text{н}}$ – прибуток, що планується від впровадження нового варіанта технологій, грн.; $\Delta\Pi(\text{Чд})_{\text{н}}$ – плановий приріст прибутку, відносно розрахункового періоду від впровадження нової техніки, грн.

Рівень рентабельності виробництва нової продукції: ($U_p, \%$) визначається співвідношенням прибутку в новому варіанті $\Pi(\text{Чд})_{\text{н}}$ до капітальних вкладень (K) у відсотках [2]:

$$U_p = \Pi(\text{Чд})_{\text{н}} \cdot 100\% / K. \quad (4.7)$$

Цей показник порівнюють з базовим рівнем рентабельності існуючих технологій.

Таблиця 4.2 - Підсумкові розрахункові показники щодо економічної доцільності виробничого впровадження удосконаленої операційної технології просапної культивуації за допомогою культиватора КРН-4,2.

Показники економічної ефективності	Базовий варіант: існуюча технологія міжрядного обробітку КПС-4	Пропонований варіант: удосконалена технологія міжрядного обробітку КПС-4, дообладнана ротаційними боронами
Планове річне завантаження машини, на культивуації, га	50	50
Додаткові капіталовкладення на впровадження розробки по використанню та дообладнанню культиватора, грн.		10 000
Виробнича питома собівартість виробництва просапної культури, грн./га	1720	1690
Річна економія від зниження затрат на операції культивуації соняшника, грн./га		130
Річний економічний ефект, що очікується, грн.		5000
Термін окупності удосконаленого культиватора		2,0

Основні розрахункові показники відносно техніко-економічного обґрунтування по наведеній методиці подано в табл. 4.2, при цьому здійснено порівняння елементів базового технологічного процесу захисту рослин шляхом виконання просапної культивації з удосконаленим нами варіантом, де використано оптимальне для даного поля технологічне налагодження культиваторних лап культиватора КРН-4,2 та експериментальні ротаційні голчасті борони.

Отримання річного економічного ефекту прогнозується шляхом скорочень енергетичних витрат, зменшення кількості повторних проходів просапного культиватора по полю та збільшення ресурсу культиватора КРН-4,2 в сумі 5000 грн.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

1. Постійна зміна виробничих, кліматичних та економічних умов відносно виробничих процесів по вирощуванню та збиранню технічних та пізніх зернових культур свідчить, що сучасне виробниче середовище потребує постійного вдосконалення операційних технологій та їх складових у рослинництві. При цьому основний акцент ставиться як на продуктивність технологій, так і на їхню технологічність. Відповідно обрана тема дипломної роботи **«Покращення якості міжрядного обробітку просапних культур за рахунок удосконалення боронувального робочого органу»** є актуальною та вагомою для аграрної складової економіки Держави.

2. Застосування додаткового боронування, як у міжряддях рослин просапних культур, так і безпосередньо у захисних зонах культурних рослин, дає змогу розпушувати поверхневий шар ґрунту, зберігати вологу у ґрунті, знищувати однорічні бур'яни у поверхневому шарі ґрунту, покращувати повітрообмін, структуру ґрунту. Важливо, що такі операції виконуються за один прохід машинно-тракторного агрегату, що спрямовано на зменшення загальної кількості проходів машинно-тракторних агрегатів по полі та кумулятивного ущільнення підорного шару ґрунту.

3. В невеликих фермерських господарствах доцільно застосовувати механічні способи догляду за посівами просапних культур, що можливо здійснювати серією відносно недорогих просапних культиваторів – рослинопідживлювачів КРН-4,2А, КРН-5,6Б, КРН-8,4.

4. Систему сільськогосподарських машин для вирощування та збирання таких просапних технічних культур, як соняшник, кукурудза, соя обрано і обґрунтовано за критеріями екологічності виробництва і економії паливно-мастильних матеріалів.

5. За результатами експериментальних досліджень можливо стверджувати, що найбільші кращі параметри щодо механічного руйнування бур'янів, і, відповідно, мінімальні характеристики по ступеню пошкоджених

паростків соняшника та кукурудзи під час проведення просапної культивуації за допомогою культиватора КРН-4,2 можливо отримати за умови встановлення глибини обробітку культиваторними лапами 6см...7,6см; робочій швидкості руху МТА від 8 до 11,5 км/год.

6. Щодо технології вирощування та збирання основних просапних технічних культур у великих промислових обсягах, то для виконання основних механізованих робіт з підготовки поля до посіву, проведення догляду за посівами просапних культур, виконання збиральних робіт нами пропоновано використовувати універсальні та просапні трактори типу ХТЗ-200, Т-150, ДТ-75М, Caterpillar, МТЗ. Також в останній час при виконанні комплексу механізованих робіт необхідно надавати перевагу широкозахватним комбінованим агрегатам.