

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

Пояснювальна записка

до *дипломної роботи* на здобуття ступеня вищої освіти

«магістр»

бакалавр, магістр

на тему: **«Удосконалення технології вирощування та збирання зерна пізніх зернових культур шляхом оптимізації комплексу машин з урахуванням імовірності втрат врожаю»**

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

спеціальності 208 Агроінженерія

код та найменування спеціальності

ступеня вищої освіти «магістр» групи 1

Перетяцько Микола Олександрович

Прізвище та ініціали здобувача вищої освіти

Керівник: Бурлака О. А.

Прізвище та ініціали керівника

Рецензент: Яхін С. В.

Прізвище та ініціали рецензента

Полтава – 2022 року

РЕФЕРАТ

В даній магістерській роботі розроблені та запропоновані до виробництва перспективні механізовані технології виробництва пізніх зернових культур Система технологічного забезпечення вирощування та збирання зерна просапних культур оптимізована за технічними, технологічними та економічними критеріями.

Об'єктом дослідження роботи є технології виробництва кукурудзи на зерно, соняшника, сої, інших просапних зернових культур що засновані на різних методиках визначення оптимізаційних критеріїв, сільськогосподарські машини для догляду за посівами просапних культур.

В роботі описано проблеми щодо стану виробництва зерна кукурудзи, сої, соняшника; здійснено аналіз показників розрахунку машинно-тракторних агрегатів у рослинництві, розраховано перспективні технологічні карти на вирощування та збирання зерна кукурудзи, соняшника, з урахуванням різних критеріїв оптимізації МТА; проведено теоретичні та експериментальні дослідження по обґрунтуванню елементів операційної технології механізованого догляду за посівами на прикладі соняшника; проведено економічне обґрунтування пропонуваніх до виробничого впровадження елементів операційних технологій вирощування пізніх зернових культур..

Ключові слова: ТЕХНОЛОГІЯ, КУКУРУДЗА, СОНЯШНИК, ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА, ОПТИМІЗАЦІЯ, КОМПЛЕКС МАШИН, КУЛЬТИВАТОР, ПРОСАПНІ КУЛЬТУРИ, МАШИННО-ТРАКТОРНИЙ АГРЕГАТ, ЕКСПЕРИМЕНТ.

ВСТУП

Актуальність теми. Аналіз сучасного стану технологій вирощування і збирання просапних культур на зерно і техніки для її виконання на Україні показує, що необхідне рішення задач, направлених на оптимізацію комплексу машин для впровадження інтенсивних технологій виробництва зерна просапних культур. Тому тема даної магістерської роботи «Удосконалення системи технологічного забезпечення виробництва зерна просапних культур актуальна і важлива для аграрного сектору регіону.

Мета дослідження: удосконалення технологічного забезпечення вирощування та збирання зерна просапних культур з урахуванням агротехнічних умов Полтавської області.

Задачі дослідження:

1. проаналізувати технології, технічні засоби для вирощування та збирання пізніх зернових культур;
2. теоретично обґрунтувати основні технологічні, технічні, економічні, конструктивні параметри комплексу машин для виробництва просапних культур;
3. провести експериментальні польові дослідження по визначенню основних агротехнічних параметрів якості роботи просапних культиваторів на посівах соняшнику: пошкодження культурних рослин та ступінь знищення бур'янів при виконанні технологічного процесу по міжрядному обробітку ґрунту.
4. запропонувати оптимізований комплекс машин для виробництва просапних культур в Полтавській області та визначити його техніко-економічну ефективність.
5. розробити пропозиції щодо охорони праці та захисту навколишнього середовища для аграрного підприємства Полтавської області.

Об'єкт дослідження –технології виробництва кукурудзи на зерно, соняшника, інших пізніх зернових культур що засновані на різних методиках визначення оптимізаційних критеріїв, сільськогосподарські машини для догляду за посівами просапних культур.

Предмет дослідження: техніко-економічні показники машинно-тракторних агрегатів, що застосовуються для визначення оптимального комплексу машин в технологіях виробництва просапних зернових культур; конструктивні параметри просапних культиваторів.

Методи дослідження: при виконанні даної роботи використовувались техніко-аналітичні методи, методи порівняння, статистичні методи, методи математичного моделювання, методи багатокритеріального обґрунтування інженерних рішень, методи проведення багатofакторних експериментальних досліджень.

Теоретична та практична значущість: проведено аналіз елементів існуючих технологій вирощування та збирання просапних зернових культур; застосовано методики вибору машинно-тракторних агрегатів для виробництва зерна просапних культур; на основі експериментальних досліджень обґрунтовано оптимальні режими технологічної наладки культиватора КРН-4,2 на посівах кукурудзи та соняшнику; доведена доцільність виробничого впровадження перспективних технологій виробництва зерна просапних культур за результатами розрахунків перспективних технологічних карт з урахуванням особливостей Полтавської області.

1. СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Коротка характеристика просапних культур та основних сільськогосподарських машини для їхнього виробництва

Основними сільськогосподарськими просапними зерновими культурами, що вирощуються в Україні, є соняшник, зернова кукурудза, соя.

Всі вище названі культури мають деякі спільності між собою, проте у певні періоди розвитку при виконанні операцій догляду за кожною з цих культур виникають свої особливості.

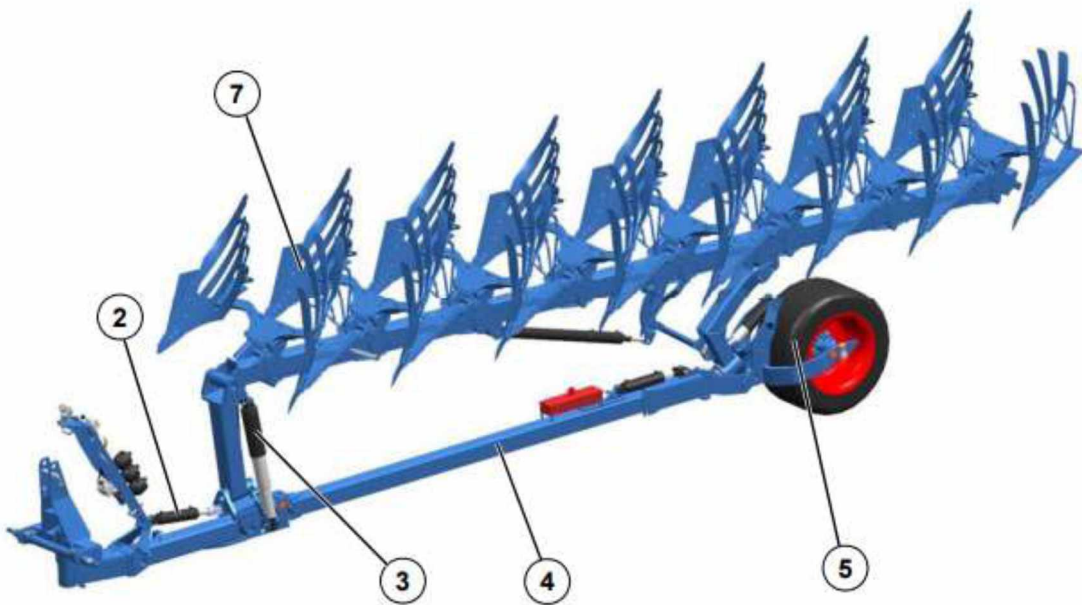


Рисунок 1.1 - Загальний вид оборотного плуга фірми «Лемкен»

Розглянемо основні елементи відносно вирощування та збирання пізніх зернових культур.

Основний обробіток ґрунту можливо виконувати за допомогою плугів (рис.1.1), чи безполицевих ґрунтообробних агрегатів. Передовими технологіями використовуються плуги марок LEMKEN Vari Opal; плуг John Deere 3810 та інших провідних виробників.

Перевагою в роботі оборотних плугів є можливість здійснювати човниковий спосіб руху машинно-тракторного агрегату, необхідність загінного способу руху відпадає. Особлива конструкція корпусів (рис.1.1., порз.7) розроблена з метою зменшення тягового опору машинно-тракторного агрегату та зменшення налипання ґрунту на полиці корпусів плуга.

При проведенні операційної технології передпосівної підготовки поля, використовують культиватори суцільної обробки ґрунту типу КПС (рис.1.2)

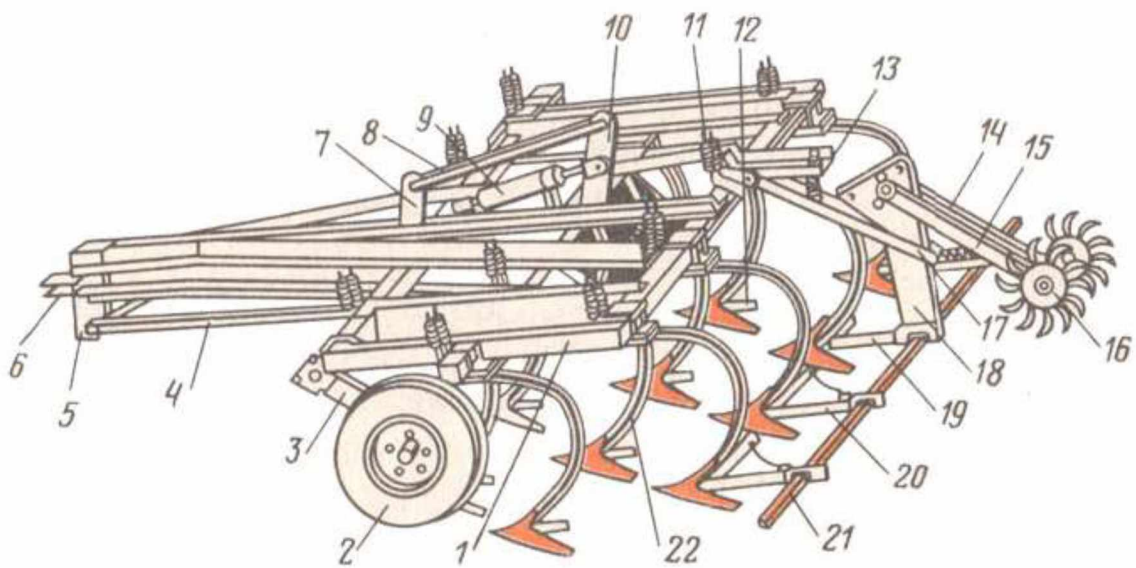


Рисунок 1.2 – компоновальна схема культиватора типу КПС.

Основними робочими органами такого культиватора є стрілочасті двобічні лапи 22, вирівнювальний брус 21, голчасті дискові борони 16.

Щодо агротехнічних вимог з підготовки ґрунту просяпних культур, то це розпушування ґрунту на задану глибину, механічне знищення бур'янів, поверхневе боронування, при дообладнанні – внесення добрив чи застосування засобів захисту рослин.

Сівба таких пізніх зернових культур, як соняшник, кукурудза, соя може проводитися як вітчизняними, так і закордонними сівалками точного висіву (рис. 1.3). Також, в останній час широко застосовуються посівні широкозахватні комбіновані комплекси з центральним зерновим бункером, наприклад, більш розповсюдженими в Україні є посівні комплекси HORSCH Pronto, посівні комплекси Great Plains ADC 2350.

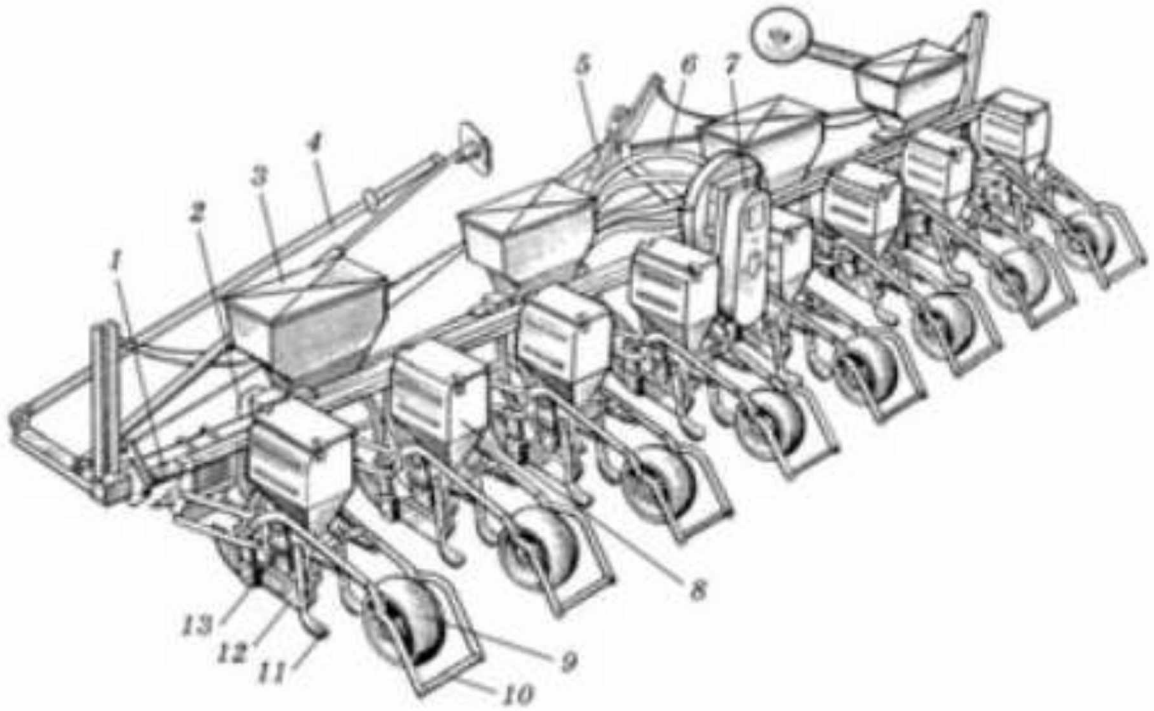


Рисунок. 1.3 - Схема сівалки СУПН-8. [8].

На невеликих ділянках, фермерських господарствах також можливо досить успішно використовувати відносно недорогі сівалки вітчизняного виробництва типу СУПН-8. (Рис. 1.3), або УПС-12. При цьому можливо здійснювати посів соняшнику, кукурудзи.

Основним завданням первинного догляду за посівами пізніх зернових культур є боротьба з бур'янами, розпушування поверхнесого шару ґрунту в пухкому стані з метою запобігання утворенню поверхневої кірки, тріщин. Останнє призводить до надмірного випаровування продуктивної вологи з незатіненої рослинами поверхні поля.

Більшість операцій догляду за посівами під час вегетації рослин, як правило, потребують кількаразового повторення. Порівняно з іншими сільськогосподарськими польовими культурами трудомісткість вирощування просапних значно вища.

На забур'янених полях та для насінневих цілей його доцільно висівати овочевими сівалками з міжряддям 45 см і наступним обробітком.

Механізувати догляд за просапними культурами, і тим самим різко зменшити затрати ручної праці стало можливим завдяки уніфікації ширини міжрядь для певної групи культур.

Первинний догляд за просапними культурами має багато спільного також після з'явлення сходів і полягає у суцільному боронуванні. Але при боронуванні по сходах необхідно враховувати глибину загортання насіння, строки проростання, біологічні та фізичні властивості рослин кожної культури.

Різна форма і висота рослин у різних культур обмежують період можливого проходу машин по полю, а тому і строки закінчення механізованого догляду. В минулому, сходи просапних культур, за винятком картоплі та тих, що вирощуються з розсади, для досягнення певної густоти їх насадження - проріджували механізовано, за допомогою спеціальних машин.

Велику роль у догляді відіграє розпушування міжрядь, яке здебільшого поєднують із знищенням бур'янів у захисних смугах, підживлення на певних етапах розвитку, боротьба з шкідниками і хворобами рослин, а також забезпечення їх вологою у засушливі періоди. Обробіток ґрунту при догляді за просапними культурами виконується, в основному, боронувальними агрегатами суцільно по всьому полю впоперек або під кутом 30-40 до напрямку сівби.

На широкорядних посівах просапних культур в осінній і весняний період обов'язкове розпушування ґрунту культиваторами. Для цього використовують культиватори обладнані лапами – бритвами для обробітку ґрунту в міжряддях на глибину 2 – 3 см та ротаційними робочими органами РБ – 5,4 встановленими на культиваторах УСМК – 5,4Б, КРН – 2,8М для розпушування ґрунту в міжряддях та захисних зонах. [8, 27,28]

Процеси догляду за посівами просапних культур, визначають за основними фізико-механічними властивостями, якими є: форма, висота росту, ширина міжрядь, відстань між рослинами в рядку, прямолінійність посіву і сходів в рядку, дружність сходів.

Головне завдання при догляді за посівами – створення і підтримування оптимальних умов для росту і розвитку рослин. Для визначення раціонального способу обробітку і вибору відповідного знаряддя, необхідно знати фізичні і технологічні властивості ґрунтів. До основних фізичних властивостей відносяться механічний склад, вологість, щільність, сквапність — пористість.

Всі сільськогосподарські культури від появи сходів і до зберігання врожаю пошкоджуються гризунами, комахами і мікроорганізмами. Гризуни знищують на корні 1/4 врожаю зернових, із-за шкідників, хвороб і бур'янів врожай ще знижується на 15... 20 %. [23]

Для боротьби з бур'янами в захисних зонах рядків культиватори обладнують просапними борінками, а для присипання бур'янів в рядках ґрунтом, взятої з міжрядь, при висоті рослин кукурудзи 35... 40 см – загортачами.

Для знищення ґрунтової кірки і проростків бур'янів в поверхневому шарі ґрунту, просіви обробляють ротаційними мотиками вздовж рядків і легкими, середніми і сітчастими боронами впоперек рядків або під кутом до них. Після сходове боронування проводять в фазі першої пари справжніх листків. До цього часу рослини встигають достатньо укорінитися, а молоді сходи бур'янів слабо розвинені і легко знищуються. Однак із-за деякого пошкодження культурних рослин зріджені посіви не боронують.

Міжряддя рядових посівів обробляють культиваторами – рослинопідживлювачами вздовж рядків. Щоб не пошкодити сходи, кромки робочих органів культиваторів розміщують на деякій відстані від осі рядка рослин. Цю відстань називають захисною зоною. При першій культивації рослин ширину захисної зони приймають 8... 12 см, а при послідовних збільшують до 14... 15 см. На нерівних ділянках захисні зони збільшують. Для попередження засипання рослин при першій обробітку застосовують односторонні плоскоріжучі лапи, захисні щитки – домики або диски.

В першу чергу по екологічним та економічним причинам найбільшого розповсюдження набуває механічна боротьба із бур'янами. Для знищення бур'янів в просапних культурах мають місце пристрої обертового типу, що приводяться в рух від валу відбору потужності.

Міжрядний обробіток посівів проводять культиваторами-прополювачами, культиваторами – рослинопідживлювачами і культиваторами – підгортачами [20, 23].

Тому вищевикладені дослідження можуть бути основою для вибору технологій виробництва пізніх зернових просапних культур, які б включали в себе максимум переваг і були б стійкі до імовірності виникнення непередбачуваних втрат.

При міжрядному обробітку ґрунту робочі органи культиваторів повинні повністю підрізувати бур'яни в міжряддях, не виносити вологий шар ґрунту на поверхню поля, не пошкоджувати рослини понад 1—3,5 %, не відхилятися від заданої глибини більш як на 15 %, (для неглибокого обробітку це становить ± 1 см, а для глибокого ± 2 см). Для досягнення ефективної роботи робочих органів просапних культиваторів робоча швидкість агрегату повинна бути 6 – 10 км/год.[20,23]

Потрібно, щоб боронування посівів проводилось на глибину 3—4 см, пошкоджених і присипаних ґрунтом рослин було не більше 3—5 %. зуби борін розпушували верхній шар ґрунту, подрібнюючи його на грудки не більші 5 см. Висота гребенів після боронування не повинна перевищувати 2—3 см. Зуби борін не повинні виносити на поверхню поля насіння, пошкоджувати їх паростки. Після проріджування рослин кількість букетів із заданою кількістю рослин має становити не менше 75 %, а пошкоджених і присипаних ґрунтом рослин — не більше 10 %.

При підживленні рослин відхилення дози внесення добрив від заданої не повинне перевищувати ± 15 %, а нерівномірність висіву добрив між туковисівними апаратами до ± 5 %. Допускається відхилення глибини загортання добрив від заданої до ± 3 %, пошкодження не більш як 5 % рослин[20].

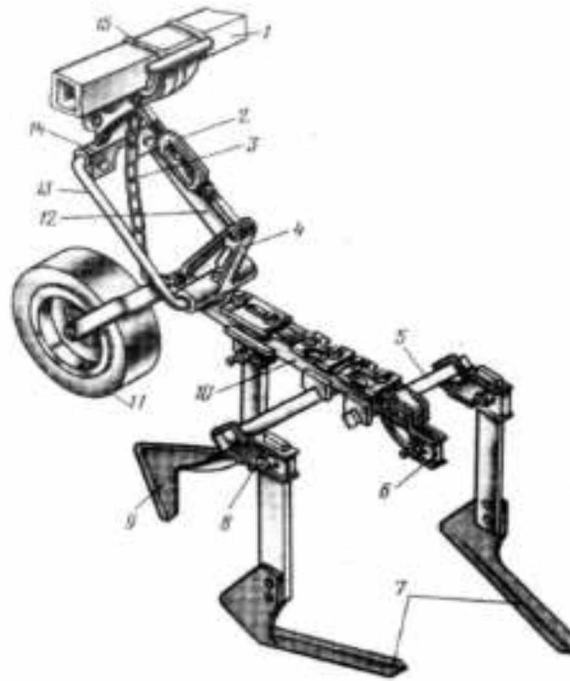


Рисунок 1.4 - базова секція просапного культиватора типу КРН.

Отже, раціональним напрямком подальшого вдосконалення технології виробництва просапних культур є суміщення технологічних операцій, що співпадають по агротехнічних строках їх виконання. Це дозволить повністю виключити чи зменшити втрати непродуктивної вологи, зменшити негативний вплив від переущільнення ґрунту, скоротити затрати праці і матеріальних засобів на одиницю продукції.

Розвиток конструкцій машин для догляду за посівами просапних культур пройшов складний шлях від ручних знарядь до кінних і від кінних знарядь до вчасних складних сільськогосподарських машин. Зараз для догляду за посівами використовують різноманітні машини: культиватори, проріджувачі і борони.

Відомо, що з метою запобігання пошкодження просапних культур під час міжрядного обробітку, технологією обробітку передбачено необхідність залишати захисні зони, які в залежності від схеми посіву можуть мати різну величину. На обробіток цих зон вручну витрачалось більше 20-35 % від загальної кількості усіх трудових витрат. Тому необхідність механізації процесу боротьби із бур'янами в захисних зонах

обумовлюється втратами врожаю, які наносяться бур'янами в перший період росту культурних рослин. Тобто бур'яни знижують продуктивність машин, погіршують якість продуктів врожаю та знижують непродуктивні затрати праці.[20,23]

Для обробітку міжрядь кукурудзи, соняшнику застосовують культиватори-рослинопідживлювачі КРН-4,2А, КРН-5,6Б, КРН-8,4.

Культиватор-рослинопідживлювач КРН-5.6Б [8,27] призначений для міжрядного обробітку, підживлення та підгортання посівів кукурудзи, соняшнику, та інших культур з міжряддями 45, 70 і 90 см. Добрива вносяться у ґрунт так: шнекові дозатори туковисівних апаратів подають добрива до тукопроводів, по яких вони надходять до лійок підживлювальних ножів, а далі — в ґрунт. Ширина захвату культиватора — 5,6 м, робоча швидкість — до 10 км/год, продуктивність — до 5,6 га/год [35].

Культиватор-рослинопідживлювач КРН-4.2Б – начіпний, шестирядний, призначений для міжрядного обробітку, підживлення та підгортання посівів просапних культур з міжряддями 60 і 70 см. Агрегатують культиватор із тракторами класу 1,4. Ширина захвату культиватора — 4,2 м, робоча швидкість — до 10 км/год, продуктивність — до 4,2 га/год [1, 8, 23,]. Культиватор-рослинопідживлювач КРН-8,4 призначений для обробітку посівів кукурудзи, соняшнику, посіяних з міжряддями 60, 70 і 90 см. При обробітку міжрядь 60 і 70 см культиватор обробляє 12 рядків, а при міжрядді 90 см — 8 рядків (КРН-8,4-01). культиватор комплектується плоскорізальними однобічними стрілочастими і долотоподібними лапами, лапами-полічками, захисними щитками та ін. Агрегатують культиватор із тракторами класу 20 і 30 кН. КРН-8,4 забезпечує міжрядний обробіток полільними лапами, підгортання рослин лапами-полічками, обробіток захисних зон прополювальними борінками, глибоке розпушування ґрунту долотоподібними лапами, знищення ґрунтової кірки і бур'янів у захисних зонах рядків голчастими дисками, внесення гербіцидів і рідких добрив. Ширина захвату 7,2—8,4 м. Робоча швидкість до 9 км/год. Продуктивність 6,3—7,4 га/год. [8, 10,].

Культиватор КРНВ-5,6-02 – призначений для міжрядної обробки і

підгодівлі 8-ми рядних посівів кукурудзи, соняшнику і для міжрядної обробки сої і ріпаку з міжряддям 45 см. Туко-висіваючий апарат – пружинно-шнековий з приводом від опорних коліс. Агрегатується з просапними тракторами Т-70С, МТЗ, ЮМЗ.

Культиватор для міжрядної обробки КТН – 5,6 – призначений для міжрядної обробки кукурудзи, соняшника й інших культур з мінімальними захисними зонами. Може бути використаний для обробки міжрядь і захисних зон ротаційними робочими органами до появи сходів і по раннім сходом, для підгортання рослин, вичісування бур'янів. Агрегатується начіпним способом із тракторами класу 1,4-2,0. [24, 27]

Начіпний культиватор для міжрядної обробки SFOGGIA THEMA - призначений для міжрядної обробки посівів, кукурудзи й соняшника з одночасним внесенням мінеральних добрив. Основні переваги: трьох-точкова система навішення; можливість комплектації твердої (фіксованої) або складною рамою; можливість установки встаткування для внесення гранульованих мінеральних добрив. Відстань між робочими секціями може регулюватися в межах від 25 до 80 див. Можливість переустаткування для обробки самого широкого спектра культур.[27]

Культиватор універсальний УКР-5,6 - призначений для міжрядної обробки і підгодівлі 12- і 8 - рядних посівів високих стеблових просапних культур. Обробляє рослини з міжряддями 45-70 см і більш. У залежності від установлених робочих органів може виконувати наступні операції: - підрізання бур'янистої рослинності і розпушування ґрунту в міжряддях; - підгодівлю рослин мінеральними добривами; - підгодівлю аміачною водою; - розпушування міжрядь; - передпосівну обробку ґрунту; - підгортання рослин; - нарізку поливних борозен; - передпосівну обробку ґрунту і боронування; - обробку захисних зон рядків присипанням бур'янів.

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

Заключний процес щодо виробництва пізніх зернових просапних культур – це безпосередньо обмолот зерна. При цьому використовують низку

зернозбиральних комбайнів різноманітних виробників і конструкцій.

Більшість такої сільськогосподарської техніки є загальновідомою, тому зупинимося на інноваційних розробках.

Наприклад, в Україні, в останній час з позитивної сторони, в тому числі і для збирання зерна кукурудзи, соняшника, зарекомендував себе зернозбиральний комбайн КЛААС «Тукано 570». Це дещо зменшена про продуктивності відносно серії «Лексіон», лінійка зернозбиральних комбайнів.



Рисунок 1.5 – компоувальна схема зернозбирального комбайна КЛААС
Тукано 570

Але, щодо проходження технологічного процесу, то така машина є рівновагою в порівнянні з більш потужними моделями. Перевагою даного виду зернозбиральних комбайнів є застосування гібридної комбінованої молотильно-сепарувальної системи. Тут початок обмолоту зерна здійснюється за допомогою трибарбанної молотарки «APS» (рис.1.5, поз.10) тангенційного типу. Продовження солосепарації проходить в роторному сепараторі 14. Якість роботи такого класу машин неодноразово перевірена на Українських ланах.

1.2. Основні критерії вибору машинно-тракторних агрегатів щодо технології вирощування та збирання пізніх зернових культур

Є різні критерії оптимізації складу МТП (максимум продуктивності, мінімум затрат праці, мінімум затрат палива, мінімум затрат коштів і т.д.)

Продуктивність – кількість роботи чи продукції за одиницю часу. Продуктивність більшості машин вимірюються площею, що обробляється за годину роботи (га/год), у комбайнів і молотарок кількістю хлібної маси, що пропускається молотаркою в секунду (кг/с), у силосозбиральних машин – кількістю зеленої маси, зібраної за годину (т/год), у обприскувачів – витратою рідини за секунду, ($\text{м}^3/\text{с}$). Численні фактори і параметри, що впливають на продуктивність машини, можна розділити на три групи[14,15]:

1. Технічні параметри, що, у свою чергу, розділяються на конструктивні й експлуатаційні. До конструктивного відносяться ширина захвату машини, потужність двигуна, габаритні розміри машини, колія і дорожній просвіт, тиск на ґрунт. До експлуатаційних – швидкість руху, тягова потужність, тягове зусилля, тяговий опір, прохідність, зручність агрегування, час роботи без заправки, тривалість підготовки до роботи і пуску двигуна, тривалість технічного обслуговування.

2. Природно - кліматичні умови: тип ґрунту, його вологість, агрофон, врожайність, рельєф місцевості, розмір і конфігурація ділянок, питомий опір машин-знарядь, географічна висота і інше.

3. Організаційно-технологічні фактори: технологія виконання виробничого процесу, організація виробництва, кваліфікація і виробничий досвід механізаторів і т.д.

Основними технічними параметрами, що визначають продуктивність машини, служать швидкість її руху і ширина захвату. При заданій потужності двигуна ці два параметри на енергоємних роботах знаходяться в зворотній залежності один від одного: зі збільшенням ширини захвату машини швидкість руху її необхідно зменшувати і, навпаки, зі збільшенням швидкості руху потрібно зменшувати ширину захвату. Зі збільшенням ширини захвату

погіршується маневреність агрегату, збільшується час на холості ходи.

Узгодження продуктивності машин, що виконують різні операції – одне із самих головних умов рентабельної і рівномірної роботи сільськогосподарського виробництва.

У загальному вигляді продуктивність машини[14,15]:

$$w = 0,1 \cdot B \cdot v \cdot \beta \cdot \varepsilon \cdot \tau \cdot T_{зм}, \quad (1.1)$$

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

Щоб виконати який-небудь технологічний процес, необхідно затратити визначений час. Виробничий цикл складається з робочих і холостих ходів, а також зупинок по різних причинах. Якщо за час $T_{ц}$ машина робить декілька циклів, тоді:

$$T_{ц} = t_p + t_x + t_0, \quad (1.2)$$

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

За час t_p машина робить основний технологічний процес, але щоб виконати його, потрібно зробити також допоміжні і додаткові операції.

Всі види витрат часу на допоміжні операції можна умовно розділити на:

- циклічні (на повороти і заїзди в загоні, на технологічні зупинки, заправка насінням, розвантаження бункера);
- регулярні, періодично повторювані (на виконання технічною обслуговування, включаючи заправку паливом і мастильними матеріалами, на відпочинок і особисті потреби і т.д.);
- нерегулярні (на агрегування знарядь, на регулювання і установку машини відповідно до заданих вимог, на зміну зношеної і поламаної частини робочого органа і чекання запасних частин, на перевірку якості роботи, на переїзди машин з одного загону в інший або з однієї ділянки на іншу, на виправлення огріхів).

Зі скороченням часу на допоміжні операції збільшується продуктивність машини. Прийнято розділяти продуктивність мобільних машин на теоретичну,

технічну або розрахункову, дійсну або експлуатаційну.

Теоретичну продуктивність W_T будемо мати при конструктивній ширині захвату, теоретичній швидкості і всіх допоміжних циклових і періодично повторюваних витратах часу.

Фактична продуктивність W_f – робота, виконана за одиницю часу з урахуванням витрат часу всіх видів. Фактичну продуктивність можна наблизити до теоретичної, якщо ліквідувати нерегулярні витрати часу, скоротити втрати часу в робочих циклах і час на технічне обслуговування.

Аналіз продуктивності машин в залежності від експлуатаційних показників дозволяє комплексно враховувати вплив всіх видів втрат, що при різних умовах по різному впливають на продуктивність.

Швидкість руху і ширина захвату часто визначаються не потужністю трактора, а якістю виконуваної роботи. Отже, швидкість руху, ширину захвату, масу машин і тракторів не можна вибирати довільно. Продуктивність можна збільшити, якщо підвищити швидкість або використовувати "швидкісні" робочі органи машини.

При визначенні ширини захвату машини слід враховувати агротехнічні і технологічні вимоги, експлуатаційні умови, вид роботи, тягові опори і узгодити роботу взаємопов'язаних машин і т.д. Зі збільшенням числа робочих органів (ширини захвату) продуктивність машини зростає тільки до визначеної межі, після якої вона знижується через збільшення часу на повороти і зниження експлуатаційної надійності агрегату.

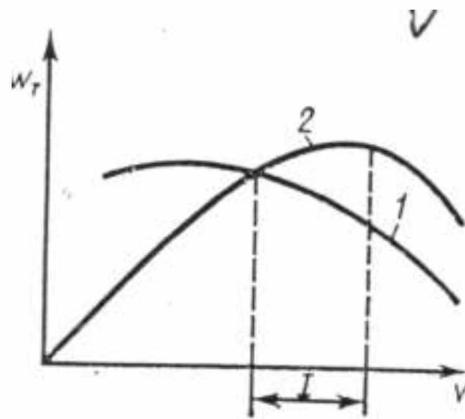


Рисунок. 1.6 - Залежність якості роботи (крива 1) і продуктивності (2) від швидкості руху машини [14].

При встановленні оптимального числа робочих органів ймовірність складної події, що складається з декількох простих подій, дорівнює добутку ймовірностей цих простих подій. При цьому приймається, що всі робочі органи в машинах однакові по конструкції однорідні по якості виготовлення.

Деякі закордонні вчені вважають, що зменшення ширини захвату комбайна майже не впливає на продуктивність, тому що молотильний апарат, зберігає свої розміри, а комбайни з меншою шириною захвату працюють на підвищених швидкостях. В одиницю часу комбайни шириною захвату 1,8 м завдяки пересуванню на підвищених швидкостях встигають зібрати врожай майже на такій же площі, що і комбайни шириною захвату 3,6 м. Вузькозахватні комбайни працюють зі швидкістю в 1,5...2 рази більшою, ніж комбайни з жаткою шириною захвату 5 м. При збиранні пшениці вузькозахватними комбайнами на швидкості до 8 км/год втрати зерна складають 1,7 %, широкозахватними в тих же умовах, але на швидкості 4 км/год досягають 3 %. Причому вартість останніх приблизно в 4,5 рази більше, ніж перших.

Виробіток машини прямо залежить від основного робочого часу. Зі збільшенням його в загальному балансі робочого часу зміни відповідно зростає і продуктивність машини.

Баланс часу використання машини в загальному вигляді [14,15]:

$$T = T_p + T_x + T_z + T_{to} + T_{np} + T_{ty} + T_{tc} + T_e + T_d + T_{ш} + T_{рем} + T_o + T_m + T_n, \quad (1.3)$$

де T_p - час на виконання корисної роботи за зміну, год; T_x ; T_z ; T_{to} - циклічно повторювані витрати часу за зміну на повороти (холості ходи), заїзди в загінки, зупинки по технологічних причинах, год; T_{np} , T_{ty} , T_{tc} , T_e - регулярні періодично повторювані затрати часу протягом зміни на польові регулювання, технічне обслуговування, заправку паливо-мастильними матеріалами, зупинки на власні потреби, год; T_d , $T_{ш}$, $T_{рем}$, T_o , T_m , T_n - нерегулярні витрати часу протягом зміни на простої через деформації і поломки, по технічним причинам, через усунення несправностей різних робочих органів машини, год.

Як впливає з аналізу балансу часу, тільки збільшення часу T_p сприяє підвищенню продуктивності, інші ж складові знижують її, тобто, відносяться

до непродуктивних витрат часу.

Непродуктивні витрати часу можна зменшити до мінімуму в результаті конструктивної доробки і раціональної експлуатації машин, а також правильної організації робіт.

Ступінь раціонального використання машини, тобто частку часу на виконання корисної роботи з загального балансу часу, характеризує коефіцієнт використання часу. Його можна обчислити по формулі [14,15]:

$$\tau = T_p/T = T_p/(T_p + \sum t_i). \quad (1.4)$$

На продуктивність значно впливає розмір ділянки, зокрема довжина гону. Якщо поля великі, то загои варто робити такими, щоб довжина гону і ширина заїнки були б найвигіднішими з погляду підвищення продуктивності. При наявності розчленованих дрібних ділянок варто використовувати такі машини, продуктивність і економічна ефективність яких у даних умовах була б порівняно високою.

Таким чином критерій продуктивності є одним із найважливіших для вибору МТА, так як він враховує і технічні характеристики складових МТА (швидкість руху, ширину захвату) і організацію виробничого процесу (способи руху, використання часу і ін.).

Затрати праці – основний показник, що характеризує рівень механізації виробничого процесу і один з елементів, що визначають вартість виконуваної роботи. Розрізняють загальні затрати праці і питомі (в розрахунку на одиницю площі чи продукції). Загальні затрати праці – обсяг роботи в годинах витраченого часу [14,15]:

$$H_z = \sum n_m \cdot T_m + \sum n_d \cdot T_d, \quad (1.5)$$

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

Затрати праці на одиницю роботи, год/га:

$$H = \sum n / (\omega \cdot \tau), \quad (1.6)$$

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

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

$$H = (a + \tau \cdot N_{\text{эф}}) / h, \quad (1.7)$$

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

$$\tau = t_{\text{п}} / W, \quad (1.8)$$

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

Звідси питомі витрати праці при виконанні всіх процесів даного виду робіт [14,15]:

$$\sum H = n_1 H_1 + n_2 H_2 + \dots + n_T H_T, \quad (1.9)$$

Затрати праці можна визначити і так:

$$H = (n_M + n_B) / (0,1 B \cdot V); \quad i \quad H = (n_M + n_B) / (0,1 B \cdot V \cdot t \cdot Y), \quad (1.10)$$

де n_M - число механізаторів, чол.; n_B - число допоміжних робітників, чол.; t - час роботи, год; Y – урожайність, т/га.

З приведених виразів видно, що затрати праці на одиницю площі або сільськогосподарської продукції тим більше, ніж гірше використовується техніка і нижче врожайність. Однак у цих формулах не врахована кваліфікація робітників, тим часом працю тракториста або комбайнера не можна порівнювати з працею причіплювача або робітника, що не має спеціальності.

У загальному вигляді затрати праці за сезон складаються з затрат праці на виконання технологічного процесу, включаючи всі елементи і види роботи, на агрегування машин із трактором, на технічне обслуговування і ремонт.

Основні шляхи зниження затрат праці:

- зменшення числа працюючих, що обслуговують агрегат завдяки використанню навісних машин, автоматизації регулювання і управління агрегатами, правильної організації праці;

- збільшення потужності двигуна і швидкості руху агрегатів в результаті використання швидкісних тракторів і машин для роботи на підвищених швидкостях, автоматичної зміни швидкості агрегатів в залежності від умов роботи;

- зменшення питомого опору завдяки поліпшенню конструкції машин і робочих органів і підтримання їх у справному стані;

- поліпшення використання машин завдяки правильному комплектуванню

агрегатів, застосуванню найбільш економічних агрегатів, використанню машин простих по конструкції при високій технічній надійності;

- підвищення врожайності сільськогосподарських культур;
- вдосконалення технологій обробки на основі досягнень агробіологічної науки.

науки.

Затрати праці і продуктивність обернено залежні критерії (збільшення одного фактора призводить до зменшення другого і навпаки) і тому їх важливість приблизно однакова.

Витрата палива. Паливо витрачається на виконання виробничого процесу (Q_{Π}), на холості ходи (Q_x), транспортування агрегатів ($Q_{\text{тр}}$), на роботу двигуна при зупинках (Q_0), і під час ремонту Q_p .

Витрата палива за сезон[14,15]:

$$Q_{\text{сез}} = Q_{\Pi} \cdot T_{\Pi} + Q_x \cdot T_x + Q_{\text{тр}} \cdot T_{\text{тр}} + Q_0 \cdot T_0 + Q_p \cdot T_p, \quad (1.11)$$

Економічність агрегату звичайно оцінюють витратою палива на одиницю оброблюваної площі:

$$Q_{\Pi} = Q_{\text{сез}} / W_{\text{сез}}, \quad (1.12)$$

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

$$Q = q_e \cdot N_e / (270 \cdot N_{\text{кр}} \cdot \tau) \quad (1.13)$$

З підвищенням енергонасиченості трактора питома витрата палива знижується. При цьому для одних і тих же швидкостей руху він буде тим менше, чим більша ефективна потужність двигуна. З підвищенням швидкості руху трактора паливна економічність його іноді погіршується. Наприклад, зі збільшенням швидкості руху від 3,5 до 10 км/год при сівбі і міжрядному обробітку цукрових буряків і кукурудзи витрата палива зростає на 3...7%.

Годинну витрату палива зручно визначати по тяговій характеристиці трактора, знятої в умовах, подібних виробничим. По питомій витраті можна судити про потребу в паливі і можливість його економії.

Таким чином, в зв'язку з постійним зростанням частки затрат на паливно-мастильні матеріали у собівартості с.-г. продукції цей критерій дуже важливий.

Експлуатаційні затрати. Собівартість механізованих робіт характеризує ефективність використання машин і залежить як від прямих експлуатаційних

витрат, так і від непрямих, віднесених до одиниці виконуваної роботи. На собівартість роботи, виконуваної машиною, впливають також техніко-експлуатаційні показники машини, умови експлуатації, організаційно-господарські заходи, вид і енергоємність технологічного процесу.

Повна собівартість обробки одиниці площі[14,15]:

$$C = C_{\text{оп}} + C_{\text{ем}} + C_{\text{а}} + C_{\text{то}} + C_{\text{д}} + C_{\text{н}}, \quad (1.14)$$

де $C_{\text{оп}}$ - оплата праці, грн; $C_{\text{ем}}$ - вартість матеріалів, що використані в процесі експлуатації, грн; $C_{\text{а}}$ - амортизаційні відрахування, грн; $C_{\text{то}}$ - вартість технічного обслуговування агрегату, грн; $C_{\text{д}}$ - вартість виконання допоміжних процесів при роботі агрегату, грн; $C_{\text{н}}$ - непрямі витрати, грн.

Витрати на проведення сільськогосподарських робіт складаються з витрат, пов'язаних з використанням тракторів і машин.

На коротких гонах значно підвищуються експлуатаційні витрати у широкозахватних агрегатів. В агрегатах з найменшою шириною захвату довжина гону має значно менший вплив на зміну експлуатаційних витрат.

Експлуатаційні витрати в однотипних агрегатів, але з різними конструктивними схемами, особливо при невеликій довжині гону, виходять різними. Експлуатаційні витрати на одиницю роботи виходять значно менше в начіпних агрегатах через зменшення витрат часу на повороти і збільшення швидкості їх на переїздах.

Всі витрати, що складають собівартість використання машин можна розділити на три групи:

- оплата праці персоналу, що враховують при визначенні ставок погектарної оплати;
- витрати на виконання усіх видів ремонту, включаючи зарплату персоналу, що обслуговує агрегат, за час заміни запасних частин при технічному обслуговуванні, а також всі основні і накладні витрати по утриманню ремонтних майстерень і пристроїв;
- погашення первісної вартості машини.

Для порівняння роботи, виконаної різними способами, необхідно встановити: витрату капіталу, вартість машинної роботи, результати або вигоди

від неї.

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

$$C_e = (A_{зм} + A_{п})/W, \quad (1.15)$$

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

Собівартість виконуваних робіт можна знизити, якщо підвищити продуктивність праці і зменшити витрати, зв'язані з експлуатацією машин. Основні засоби для досягнення цієї мети відомі: економія палива, зниження витрат на ремонт і технічне обслуговування; зниження накладних витрат; збільшення змінного виробітку шляхом підвищення експлуатаційних показників роботи і підтримки працездатного стану.

Аналіз впливу різних факторів на собівартість виконаної роботи дає можливість визначати найкращі форми організації операцій. Форма підрахунку собівартості повинна найбільше точно визначати вплив цих факторів.

Зі збільшенням обсягу виконуваної роботи собівартість механізованих робіт зменшується в результаті зниження як змінних, так і постійних витрат. При зменшенні площ ділянок собівартість роботи підвищується стрімко вгору, при збільшенні – знижується. Особливо різко це зниження помітне в галузях, де велика частка постійних витрат, що мало залежать від обсягу виконуваної роботи.

Собівартість одиниці виробітку в залежності від швидкості руху V_t , ширини загінки C , довжини гону l_p , агротехнічного терміну T , коефіцієнтів використання ширини захвату β і швидкості руху ϵ змінюється також за законом гіперболи, а в залежності від часу T_x на будь-які втрати - за законом прямої лінії, що перетинає вісь $C_{тх}$, під кутом на відстані b від осі абсцис.

Приведені затрати. Найбільш загальний показник, що характеризує діяльність машинобудування – собівартість продукції, що випускається. На собівартість машини значно впливають її конструкція і параметри, що знаходяться в прямій залежності від комплексних вимог сільськогосподарського виробництва.

До основних стадій утворення вартості машини відносяться: вартість проектування (у тому числі і вартість теоретичних досліджень, вартість підготовки виробництва, вартість і цикл освоєння дослідних зразків, вартість підготовки і проведення державних іспитів).

Вартість проектування залежить від багатьох факторів, у тому числі від часу проектування, числа учасників, складності машин, організації робочого процесу. Витрати на проектування повинні бути погашені поступовим включенням у собівартість продукції, що випускається.

Вартість проектування машини може бути орієнтовно розрахована на основі:

- розробленої таблиці коефіцієнтів класу складності проектованої машини;

- оплати проектування аналогічних машин у минулому і порівняння їх з даними нормативів проектних організацій.

Вартість проектування машини, грн.[14,15]:

$$C_{пр} = [P_K \cdot Z_K + P_{оп} \cdot Z_{оп} + k \cdot (P_K \cdot Z_K + P_{оп} \cdot Z_{оп})] \cdot t, \quad (1.16)$$

де P_K - число конструкторів, зайняті проектуванням, чол; Z_K , $Z_{оп}$ - середньомісячна заробітна плата конструкторів і обслуговуючого персоналу, грн; $P_{оп}$ - чисельність обслуговуючого персоналу, чол; k - коефіцієнт накладних затрат; t - тривалість проектування, год.

При проектуванні конструктору важливо знати найбільшу собівартість машини, при якій вона ще економічно ефективна. Критична собівартість установлює границю між економічним і неекономічним застосуванням нової машини.

Критичну собівартість визначають з умови окупності капітальних витрат на придбання нової машини[14,15]:

$$C_K = [\sum C_i \cdot W_{ci} / W_c + W_c \cdot T_{co} \cdot (\sum C_e - C_e')] \cdot [1 + T_{co} \cdot (a + b) / 100], \quad (1.17)$$

де C_1 - собівартість замінних машин одного типу, грн; W_{ci} - сезонний виробіток кожної із зазначених машин, га/сезон; W_c - сезонний виробіток машини нової конструкції у мірах площі (га), або маси (т), га/с, т/с; T_{co} - термін окупності капітальних витрат або впровадження машини нової конструкції, років; C_e -

питома собівартість одиниці роботи на кожній операції при використанні замінних машин, грн./га; C_e' - питома собівартість одиниці роботи, що не враховує витрати на амортизацію і ремонт нової машини, грн./га; a і v – процент погашення амортизації і вартості ремонту нової машини, грн.

Вартість партії N машин[14,15]:

$$C_{II} = C_0 \cdot N^n, \quad (1.18)$$

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

Вартість $C_{зб}$, зберігання:

$$C_{зб} = C_{зб1} \cdot Ndt. \quad (1.19)$$

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

Загальні витрати:

$$C = C_p + C_0 \cdot N^n + C_{зб} \cdot Ndt. \quad (1.20)$$

При аналізі вартості устаткування необхідно мати на увазі, що воно складається і з комплексу обслуговуючих механізмів, пристроїв і т.д.

Розмір одноразових капіталовкладень, що вимагаються для впровадження машини замість існуючої, і окупність цих вкладень в результаті зниження собівартості роботи характеризують її економічну ефективність.

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

$$A_{тр} = a_B + I_B \cdot N_{max}, \quad (1.21)$$

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

Зі збільшенням потужності відносно знижуються первинна вартість і наступні експлуатаційні витрати. Отже, у перспективі для господарств великого масштабу доцільно використовувати в сільському господарстві трактори великої потужності (510 кВт), навіть на гонах довжиною 150...170 м і широкозахватні агрегати на гонах до 200 м. При цьому необхідно враховувати: обсяг виконуваної роботи; розчленованість і віддаленість однієї оброблюваної ділянки від іншої; календарний термін виконання роботи; мікрорельєф і потребу в менш потужних тракторах, зокрема, для виконання транспортних робіт.

При оцінці нового технічного заходу важлива не абсолютна сума капіталовкладень, необхідних для його здійснення, а сума додаткових капіталовкладень до тих, що необхідні для виконання того ж процесу при старій техніці, з яким порівнюємо нову.

Критерієм економічної ефективності K_{e3} прийнято вважати строк окупності нової техніки, що одержують діленням суми додаткових капіталовкладень на річну економію, одержувану завдяки зниженню собівартості продукції, або зворотну величину - коефіцієнт ефективності [14,15] δ_e :

$$K_{e3} = (K_2 - K_1) / (C_1 - C_2) \quad (1.22)$$

$$\text{або} \quad \delta_e = 1 / K_{e3} = (C_1 - C_2) / (K_2 - K_1), \quad (1.23)$$

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

При порівнянні двох варіантів визначають їхню ефективність (окупність) не по окупності загальних капіталовкладень K_2 і K_1 , а по окупності додаткових капіталовкладень $K_2 - K_1$, хоча для реалізації проекту потрібно затратити загальну суму капіталовкладень K_2 або K_1 .

Цей метод досить універсальний при наявності достовірних даних, однак варто врахувати, що не всі фактори рівнозначні, а деякі, як, наприклад, поліпшення умов праці й інші, не піддаються кількісному облікові.

Приведені витрати по кожному варіанту являють собою суму поточних витрат (собівартості) і капіталовкладень, приведених до однакової розмірності відповідно до нормативу ефективності:

$$C_1 \cdot E_n \cdot K_i \rightarrow \min, \text{ або } K_i + T_n \cdot C_1 \rightarrow \min, \quad (1.24)$$

де C_1 - поточні затрати (собівартість) по кожному варіанту, грн./га; K_i - капіталовкладень по тому ж варіанту, грн; T_n - нормативний строк окупності додаткових капіталовкладень завдяки економії на собівартості (величина зворотна E_n), років.

При обмеженому числі варіантів можливо їх послідовне попарне порівняння по формулах [14,15]:

$$E = (C_1 - C_2) / (K_2 - K_1); T = (K_2 - K_1) / (C_1 - C_2), \quad (1.25)$$

де E - коефіцієнт порівняльної ефективності; T - термін окупності додаткових капітальних вкладень економією на собівартості, років.

Якщо $E > E_n$ або $T < T_n$ то додаткові капіталовкладення, а отже, і більш капіталомісткий варіант ефективний.

Критерій *приведених затрат* слід використовувати як техніко-економічну інформацію, що характеризує прямі експлуатаційні затрати по кожному виду робіт (заробітна плата, амортизаційні відрахування на реновацію, витрати на капітальний і поточний ремонт, на технічний догляд, паливо і мастильні матеріали, на допоміжні матеріали, зберігання техніки), витрати на придбання машин та їх транспортування в господарство.

Вибір критерію оптимальності «мінімум приведених затрат» при розрахунках складу машинно-тракторного парку, коли ціни на сільськогосподарську техніку відомі, цілком виправданий, оскільки при цьому можна враховувати експлуатаційні затрати при використанні техніки на виконанні запланованого обсягу механізованих робіт, відрахування на реновацію і окупність капітальних вкладень.

Розглядаючи різні критерії оптимізації машинно-тракторних агрегатів можна зробити такий висновок. Критерій продуктивності і затрат праці підходить для тих регіонів, де недостатньо кваліфікованих працівників. Критерій приведені витрати і капіталовкладення застосовуються для оцінки нової техніки чи технології. Критерій мінімум витрати палива хоча і важливий, але не включає інших витрат на виробництво продукції. Тому в якості критерію для оптимізації МТА ми вибираємо експлуатаційні витрати.

2. МЕТОДИКА Й ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методика розрахунку технологічних карт по вирощуванню та збиранню врожаю пізніх зернових культур за різними критеріями оптимізації

Формування технології – процес взаємопов'язаного підбору технологічних операцій та МТА для їх реалізації у відповідності з прийнятим рівнем технології вирощування та збирання соняшнику.

Структура вихідних даних для проектування елементів технології включає великий обсяг інформації, бо охоплює всі операції вирощування с.-г. культури. До них входять і числові значення програмованої (планової) урожайності [14,15].

Всю інформацію можна об'єднати в такі групи:

- Характеристика культури (соняшник)
- АТВ до операції (без пропусків і огріхів)
- Прородно-виробничі умови проведення ТО (погода суха, поле прямолінійне без нахилу)
- Технологічні особливості)
- Наявні ресурси та їх характеристика (недостача коштів, а також паливо-мастильних матеріалів, а значить потрібно мінімізувати витрати ПММ)
- Екологічні вимоги (мінімізація забруднення навколишнього середовища і ґрунту, за рахунок правильної наладки і задовільного технічного стану агрегату, а також запобігання підтікання ПММ та інші заходи для зменшення енергетичних показників шкідливого впливу ТМР)
- Вимоги охорони праці (дотримання всіх вимог, наявність протипожежного інвентарю, засобів індивідуального захисту і гігієни та інше).
- Вибір технології без урахування конкретних умов унеможлиблює її запровадження або ж не використовує в повній мірі виробничий потенціал.

Технології вирощування і збирання культур мають різні властивості. Одні – забезпечують найвищу урожайність, інші – мінімальні витрати ресурсів. При цьому по різному впливають на довкілля, на забезпечення родючості ґрунту,

мають різний ступінь, рівень досконалості[29].

Звичайна (традиційна) технологія – склалася на даному етапі розвитку матеріально-технічної бази. Індекс врожайності $I_u = 1$.

Інтенсивна – поєднує прогресивні агротехнічні заходи із своєчасним і якісним задоволенням потреб на кожній фазі розвитку рослин (початкове внесення добрив) + мікроелементи, регулятори росту, інтегрована система захисту від шкідників, бур'янів і хвороб.

Індустріальна – ритмічність, потоковість, безперевірність, комплексна механізація.

Ресурсо- і енергозберігаюча – мінімальні витрати ресурсів (енергії). Ці технології передбачають зменшення кількості, суміщення ТО, мінімальний обробіток ґрунту, комбіновані і комплексні агрегати, локальне внесення добрив, зменшення норми витрат матеріалів за рахунок збільшення якості і поточності ТО.

Природоохоронна – підвищує або зберігає родючість ґрунту шляхом усунення причин машинної та природної деградації ґрунтів (ущільнення, ерозія, винесення гумусу, забруднення довкілля та ін.) ($I_u =$ до 1,3).

Прямого посіву (нульова) – суттєва мінімізація ТО, «консервація» ґрунту, активізація природних процесів, хімічний захист ($I_u =$ до 0,7... 1,3).

Раціональна – ефективні ТО, методи організації виробництва і праці, форми її оплати ($I_u =$ до 1,5).

Прогресивна – інтенсифікація вирощування культур за рахунок досягнень науки і практики, організації і передового досвіду ($I_u =$ до 1,8).

Існують узагальнені показники для оцінки технології:

- Економічної ефективності
- Ефективності праці
- Енергетичної ефективності
- Показник екологічності

Технологічна карта – нормативний документ, у якому зазначені комплекс виробничих операцій, потреба в механізованих засобах та їх використання, а також техніко-економічні показники виконання виробничої програми.

Розробку технологічної карти починаємо із визначення попередників, уточнення стійкості ґрунту проти вітрової та водної ерозії, ступеня забур'яненості та переважних видів бур'янів.

Вибір попередника і наступної технології основного обробітку ґрунту здійснюємо в відповідності з науково-обґрунтованою системою землеробства. Кращими попередниками для соняшнику є озима пшениця, кукурудза та бобові культури.

Урожайність продукції приймаємо з врахуванням прогресивної технології вирощування та збирання і беремо з перспективних планів розвитку господарства. Норми висіву насіння приймаємо для зони Лісостепу України. Віддаль перевезення насіння, добрив, основної і побічної продукції приймаємо у відповідності з планом землекористування господарства.

В перелік сільськогосподарських робіт (графа 2) технологічної карти включаємо всі операції, які необхідно виконувати для одержання кінцевої продукції. Сюди також включаємо транспортні, навантажувально-розвантажувальні роботи попереднього року, починаючи з обробітку поля після збирання попередника і закінчуючи збиранням і заготівлею основної продукції.

В графі 3 проставляємо основні агротехнічні вимоги (глибина обробітку, норма внесення добрив, гербіцидів та інші).

Обсяг робіт (графа 4) визначаємо посівною площею, кратністю обробітку, для транспортних та навантажувальних робіт валовим виходом основної або побічної продукції, кількістю перевезених вантажів і віддаллю перевезень[11,14,15,29,30,]:

$$Q_{\Pi} = k \times F, \quad (2.1)$$

$$Q_{H} = q \times F, \quad (2.2)$$

$$Q_{m} = Q_{H} \times S. \quad (2.3)$$

де Q_{Π} , Q_{H} , Q_{m} – відповідно, обсяг польових робіт в га, навантажувальних робіт в тонах, транспортних робіт в тонно-кілометрах;

k – кратність обробітку ($k = 1,2,3$);

F – посівна площа, га;

q – норма висіву (внесення добрив);

S – відстань перевезень, км.

Кількість робочих днів (графа 6) за агротехнічний строк беремо з літератури [11,14,15,29,30].

В графі 7 вказуємо тривалість робочого дня в годинах. Доцільно планувати роботу агрегатів на протязі світлого часу дня.

Кількість змін за робочий день (графа 8) визначається за формулою [11,14,15,29,30]:

$$K_{зм} = T_{д} / T_{зм}, \quad (2.4)$$

де $K_{зм}$ – коефіцієнт змінності;

$T_{д}$ – тривалість робочого дня, год.;

$T_{зм}$ – тривалість часу зміни, год.

($T_{зм} = 7$ годин, 6 год. – при виконанні робіт, шкідливих для здоров'я).

$$K_{зм} = 10 / 7 = 1,4$$

В графи 9, 10, 11 і 12 вносимо марки машин, які входять в агрегат і їх кількість.

При роботі агрегатів враховуємо: якісний склад машин в господарстві, розміри полів, стан ґрунтів, рекомендовані технологією машини, техніко-економічні показники агрегатів (продуктивність, погектарну витрату палива, затрати праці і експлуатаційні витрати).

Кількість основних і допоміжних робітників, які обслуговують агрегат на протязі однієї зміни, заносимо в графи 13 і 14. Ці дані беремо із технічних характеристик агрегатів.

Із типових норм виробітку і витрат палива (2) на механізовані сільськогосподарські роботи у відповідності з нормативною групою господарства в графи 15 і 17 заносимо змінну норму виробітку і витрату палива на одиницю роботи.

Виробіток агрегату за агротехнічний строк визначаємо по формулі (графа 16) [11,14,15,29,30]:

$$W_{агр.} = W_{зм}^H \times D_p \times K_{зм}, \quad (2.5)$$

де $W_{зм}^H$ – змінна норма виробітку агрегату, га/зм (т/зм, т км/зм).

Змінюючи тривалість роботи на протязі дня (T_d) і кількість робочих днів в межах агротехнічного строку (D_p) необхідно добитися цілого числа агрегатів.

Кількість зчіпок, сільськогосподарських машин, трактористів-машиністів і допоміжних робітників (графи 19, 20, 21 і 22) визначаємо множенням граф 10, 12, 13 і 14 на кількість агрегатів (графа 18).

Потреба в паливі (графа 23) визначається по формулі [11,14,15,29,30]:

$$G_i = q_{га} \times Q. \quad (2.6)$$

де G_i – загальна витрата палива, кг;

$q_{га}$ – норма витрати палива, кг/га (кг/т, кг/т км).

$$G_i = 3,85 \times 600 = 2310 \text{ кг/га}$$

Затрати праці на одиницю роботи (графа 24) визначаємо по формулі [11,14,15,29,30]:

$$h = m_0 \times m_d \times T_{зм} / W_{зм}^H, \quad (2.7)$$

де h – затрати праці на одиницю роботи, год/га (год/т, год/т км);

m_0 , m_d – відповідно, кількість основних і допоміжних працівників, що обслуговують один агрегат за зміну, чол.;

$T_{зм}$ – тривалість часу зміни, год.

$$h = 1 \times 2 \times 7 / 70 = 0,2$$

Затрати праці на весь обсяг роботи (графа 25) визначаємо по формулі:

$$H_i = h \times Q_i, \quad (2.8)$$

де Q_i – обсяг роботи (графа 4), га, т, т км.

Прямі експлуатаційні витрати на одиницю роботи, які включають витрати на амортизацію (A), оплату праці ($S_{зп}$), відрахування на ТО і поточні ремонти ($S_{то}$), вартість паливо-мастильних матеріалів ($S_{пмм}$) вибираємо з довідкової літератури [3]. Кількість годин роботи тракторів (T_i) по марках (графи 28, 29, 30, 31) визначаємо по формулі [11,14,15,29,30]:

$$T_i = Q_i \times T_{зм} / W_{зм}^H, \quad (2.9)$$

$$T_i = 600 \times 7 / 66,5 = 63,2 \text{ год.}$$

Коефіцієнт переведення в умовні еталонні трактори (графа 32) вибираємо з довідникової літератури (3). Обсяг робіт в умовних еталонних гектарах (графа 33) визначаємо по формулі [11,14,15,29,30]:

$$\Omega_i = Q_i \times T_{3M} \times \Lambda_i / W_{3M}^H \quad (2.10)$$

де Ω_i – обсяг робіт в умовних еталонних гектарах трактора відповідної марки; Λ_i – коефіцієнт переведення в умовні еталонні трактори.

$$\Omega_i = 600 \times 7 \times 1,65 / 66,5 = 104,28 \text{ у.е.га}$$

В нижній частині технологічної карти проставляємо сумарні значення палива, затрат праці, кількості годин по маркам тракторів, обсягу робіт в умовних еталонних гектарах, прямих експлуатаційних витрат.

Перспективні технологічні карти розраховані за допомогою ПЕОМ на виробництво соняшника та кукурудзи на зерно на площі 100 га подані в додатках А, Б.

2.2. Методика досліджень особливостей роботи просапного культиватора з робочими органами - стрілочатими двобічними та однобічними лапами

Основним завданням експериментальних досліджень – є перевірка та уточнення оптимальних агротехнічних вимог щодо проведення догляду за посівами за допомогою просапного культиватора типу КРН з урахуванням особливостей агрокліматичних умов Полтавської області. При цьому враховуються класифікація робочих органів, що можуть бути встановлені на культиваторі типу КРН-4,2 і типи ґрунтів, на яких здійснюється виробництво пізніх просапних зернових культур в Полтавській області.

Схема випробувань машиннотракторного агрегату типу МТЗ-80 +КРН-4,2 наведена на рис. 3.1 [13]. Досліди проводили на ділянках довжиною 1 м і шириною захисної зони 0,2 м із десятикратною повторюваністю. Отже, облікова ділянка становила 10 м. Спочатку підраховували кількість бур'янів та культурних рослин на цих ділянках, потім налагоджували робочі органи просапного культиватора на різну глибину і рухалися по обліковій ділянці із швидкістю в діапазоні від 1 км/год до 12 км/год. на перехідних режимах роботи тракторного двигуна та різних передачах. Після чого робили підрахунок кількості знищених бур'янів та кількість пошкоджених культурних рослин. Глибину обробітку h_n змінювали від 0,01м до 0,1м з кроком в 0,01м і

виконували підрахунки так як описано вище. Результати отриманих досліджень зводили в таблиці реєстрації результатів експериментальних досліджень.

Ділянка на якій першочергово проводилися досліди була з шириною, яка відповідала ширині захвату просапного культиватора КРН-4,2, тобто 4,2 м. Кількість рядків, які бралися для дослідження становила 6. Ділянка шириною 4,2 м розмічалася по довжині на ділянки довжиною 10 м з технологічними проміжками (ділянки довжиною 5...7 м) для можливих регулювань та зони розгону МТА до заданої швидкості. Ці ділянки розбивалися на менші ділянки – довжиною 1м.

Таким чином, експеримент проводився з десятикратною повторюваністю. На ділянках (1 м) за допомогою власноруч виготовленого пристосування відмірялися захисні зони шириною 0,10 м з кожного боку рядка на довжині ділянки 10 м. На малих ділянках підраховувалась кількість бур'янів і культурних рослин до проходу агрегату. Після проходу культиватора підраховувалась кількість пошкоджених культурних рослин та кількість бур'янів, що прийнялися через 3 доби після проведення експериментів (рис. 3.1). Після закінчення серії дослідів (рис.3.2., 3.3.,3.4.) за видом сільськогосподарської культури отримані результати записувалися в журнал виробничих випробувань.

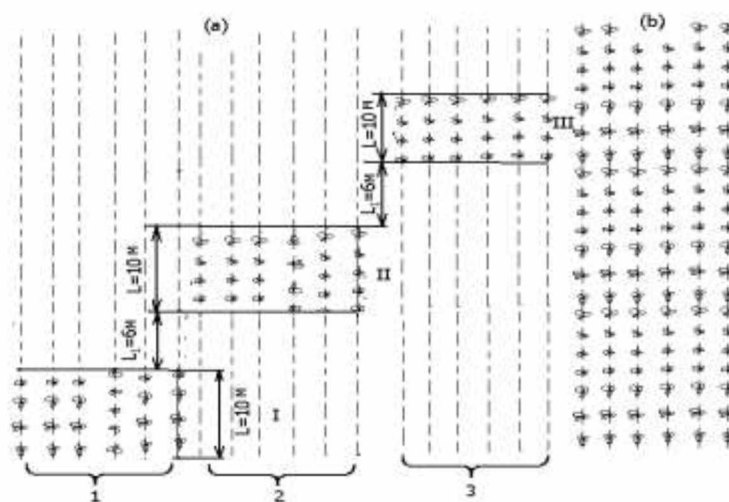


Рисунок 2.1 - Схема випробувань робочих органів просапного культиватора типу КРН: 1...3 – номери проходів агрегату; I...III – номери облікових ділянок довжиною 10 метрів; (а) облік ділянки; (б) суміжна облікова ділянка для відбору проб на якість роботи робочих органів; L і L1 – довжини облікових та

технологічних ділянок відповідно [13]



Рисунок 2.2 - Загальний вид проведення експериментальних досліджень з визначення оптимального технологічного режиму роботи МТА: МТЗ-80+КРН-4,2.



Рисунок 2.3 - Вид дослідних ділянок поля під час проведення експерименту по визначенню кращих технологічних параметрів робочих органів культиватора КРН-4,2. Просапна культура - соняшник.

Для дослідження технологічного процесу обробітку міжрядь культурних рослин вибираємо прямі методи контролю якості обробітку ґрунту [13]. Для контролю та оцінки якості виконання міжрядного обробітку, зокрема обробітку захисних зон, крім глибини і величини грудок, користуємося формулами для обчислення ступеня підрізання бур'янів в % [8,13]:

$$K_{II} = 100(N_c - N_{cN})/N_c, \quad (2.11)$$

де n_c , n_{cN} – кількість бур'янів на контрольній площі до і після проходу агрегату, відповідно;

та ступеня пошкодження культурних рослин в %:

$$K_{II} = 100 \cdot n_n / n_o, \quad (2.12)$$

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

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Результати теоретичних досліджень

Обґрунтування оптимального складу агрегату розглянемо на прикладі трактора МТЗ -80 та просапного культиватора КРН-4,2. Даний машинно-тракторний агрегат обрано для умов вирощування зернової кукурудзи та соняшнику на площі 70 га – фермерське господарство.

Коротка характеристика агрегату: МТЗ-80+КРН4,2

- діапазон робочих швидкостей МТЗ-82– 3,22 до 12,33 км/год;
- агротехнічно допустима швидкість – до 12 км/год;
- ширина захвату агрегату – 4,2 м;
- габаритні розміри агрегату – мм;
- маса агрегату – 3500 Н.

Обґрунтування режимів роботи агрегату.

Згідно тягової характеристики трактора МТЗ-82 в діапазон технологічно-допустимих швидкостей входять наступні передачі:

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.

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

$$R_a = G_{кл} [f_m (1 - p^m) \pm i] + a \cdot n \cdot k_d^m, \quad (3.1)$$

де f_m – коефіцієнт опору перекошування 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 1 см глибини обробітку.

a - глибина обробітку в см;

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

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

Питомий опір ґрунту при культивуванні і швидкості $v=3,43$ м/с рівний Н/м.

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

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля на відповідних передачах за формулою [14,15]:

$$\eta_6 = \frac{R_{aep}}{P_{кр}^n}, \quad (3.2)$$

де R_{aep} – робочий опір агрегату, Нм.

$$\eta_{66} = \frac{1,95}{9,5} = 0,2$$

Для роботи вибираємо 6 передачу із швидкістю руху $v_p = 9,33$ км/год.

Визначаємо тяговий ККД трактора цієї передачі за формулою:

$$\eta_{mp} = \frac{N_{кр}}{N_e}, \quad (3.3)$$

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

N_e – номінальна потужність двигуна, кВт.

$$\eta_{mp} = \frac{13,9}{58,84} = 0,23$$

Визначаємо ширину заїмки за формулою:

$$C_{omn} = \sqrt{2 \cdot (L \cdot B_p + 8R^2)}, \quad (3.4)$$

де L – довжина гону, м;

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

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

Прийнята ширина заїмки повинна бути кратна подвійній ширині захвату агрегату.

Визначаємо ширину поворотної полоси, для петльового повороту за формулою:

$$E = 3R + l, \quad (3.5)$$

де R – радіус повороту агрегату;

l – половина ширини захвату агрегату, м.

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

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів за формулою[14,15]:

$$\varphi = \frac{L}{L + 0,5C + \frac{4R}{C}(2R - B_p) + R + 2l}, \quad (3.6)$$

де L – довжина гону, м;

C – ширина заїмки, м;

R – радіус повороту агрегату, м;

B_p – ширина захвату агрегату, м;

l – ширина (кінематична) агрегату, м.

$$\varphi = \frac{1000}{1000 + 0,5 \cdot 97,1 + \frac{4 \cdot 8}{97,1} \cdot (2 \cdot 8 - 4,2) + 8 + 2 \cdot 4,5} = 0,93$$

Непродуктивні витрати часу зміни характеризуються коефіцієнтом використання, $\tau_{зм} = 0,75 - 0,9$. Коефіцієнт використання часу зміни приймаємо $\tau_{зм} = 0,8$.

Визначаємо чистий робочий час за формулою:

$$T_p = \tau_{зм} \cdot T_{зм}, \quad (3.7)$$

де $T_{зм}$ – час зміни, год;

$\tau_{зм}$ – коефіцієнт використання часу зміни.

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

Визначаємо змінну продуктивність агрегату за формулою:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot v_p \cdot T_{зм} \cdot \tau_{зм}, \quad (3.8)$$

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.

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

Визначаємо затрати праці за формулою:

$$H = \frac{m}{W_{год}}, \quad (3.9)$$

де m – число робочих;

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

$$H = \frac{1}{3.13} = 0.31 \text{ год} / \text{га}.$$

Витрати енергії визначаються за формулою:

$$A = \frac{N_e}{W_{\text{год}}}, \quad (3.10)$$

де N_e – номінальна потужність двигуна, кВт;

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

$$A = \frac{58.84}{3.13} = 18.8 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{га}.$$

Визначаємо кількість агрегатів, необхідних для культивації на заданій площі за формулою [14,15]:

$$n_{\text{агр}} = \frac{S}{W_{\text{зм}} \cdot K_{\text{зм}} \cdot n}, \quad (3.11)$$

де S – площа поля, га;

$W_{\text{зм}}$ – змінна продуктивність, га/зм;

$K_{\text{зм}}$ – коефіцієнт змінності;

n – кількість робочих днів.

$$n_{\text{агр}} = \frac{410}{25.1 \cdot 5 \cdot 5} = 0.65 \approx 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 агрегат.

Визначаємо ефективну продуктивність приведену по якості, за формулою:

$$W_{\text{еф}}^{\text{см}} = 0.1 \cdot B_p \cdot v_p \cdot T_p \cdot K_{\text{еф}}^{\text{см}}, \quad (3.12)$$

де B_p – ширина захвату агрегату, м;

v_p – робоча швидкість агрегату, км/год; T_p – чистий робочий час, год;

$K_{\text{еф}}^{\text{см}}$ – коефіцієнт ефективності операції.

$$W_{\text{еф}}^{\text{см}} = 0.1 \cdot 4.2 \cdot 9.33 \cdot 6.4 \cdot 0.93 = 23.32 \text{ га} / \text{зм}.$$

3.2. Оптимізація комплексу машин для виробництва просапних культур

Врожайність основної і побічної культури програмується: по фотосинтетично активній радіації сонця; по максимальному тепло і водозабезпеченню. Так, наприклад, для кукурудзи на зерно, потенційно

можливий урожай по фото-синтетично активній радіації сонця становитиме [4,5,21]:

$$Y = \frac{Q \cdot K_a}{q(100 - W) \cdot \alpha}, \quad (3.13)$$

де Q - кількість ФАР, що поступає від сонця за період вегетації, кДж/га;

K_a - коефіцієнт засвоєння ФАР посівом рослини, %;

q - питома кількість енергії, що акумулюється одиницею сухої органічної речовини ($q \approx 2 \cdot 10^6$ кДж/т);

W - стандартна вологість основної продукції;

α - сума відносних частин основної і побічної продукції в загальному врожаї.

$$Y = \frac{13,5 \cdot 10^9 \cdot 3}{2,7 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot (100 - 14)} = \frac{13,5 \cdot 10^3 \cdot 3}{2 \cdot 8 \cdot 2,7} = 87,2 \text{ ц/га} = 8,72 \text{ т/га}$$

Потенційний урожай по вологозабезпеченню: [4,5,21]

$$Y = \frac{100 \cdot W}{K_w}, \quad (3.14)$$

де W - продуктивний запас води в метровому шарі ґрунту, мм;

K_w - коефіцієнт водоспоживання, м³/т.

$$Y = \frac{100 \cdot 280}{450 \cdot 10} = 6,22 \text{ т/га.}$$

Приймаємо планову врожайність основної продукції 5,5 т/га, побічної продукції - 9,35 т/га.

Необхідна доза мінодобрих під запланований врожай становитиме [4,5,21]:

$$D = \frac{(100 \cdot B - P \cdot K_n - D_o \cdot C_o \cdot K_o)}{K_m \cdot C_m} \quad (3.15)$$

де B - вивезення елементів з запрограмованим врожаєм, кг/га;

P - вміст доступних поживних речовин в ґрунті, кг/га;

K_n - коефіцієнт використання поживних речовин з ґрунту, %;

D_o - кількість внесених органічних добрив, т/га;

C_o - вміст поживних речовин в органічному добриві, кг/т;

K_o - коефіцієнт використання поживних речовин в органічному добриві, %

K_m - коефіцієнт використання поживних речовин в мінодобривах, %

C_M – вміст поживних речовин в мінеральних добривах, %

$$B = Y_{oc} \cdot C_x + Y_{ноб} \cdot C_{ноб}, \quad (3.16)$$

де Y_{oc} , $Y_{ноб}$ – запланований урожай основної і побічної продукції, т/га;

C_{oc} , $C_{ноб}$ – вміст поживних речовин в основній і побічній продукції, кг/т.

Розрахунки проводяться окремо для азоту, фосфору, калію.

$$B_N = 5,5 \cdot 19,1 + 9,35 \cdot 7,5 = 175,1 \text{ кг/га}$$

$$B_P = 5,5 \cdot 5,7 + 9,35 \cdot 3 = 59,4 \text{ кг/га}$$

$$B_K = 5,5 \cdot 5,9 + 9,35 \cdot 16,4 = 185,8 \text{ кг/га.}$$

По технологічній карті внесення органічних добрив не передбачено, тому їх при розрахунку не враховуємо.

$$D_N = \frac{100 \cdot 175,1 - 300 \cdot 15}{60} = 217 \text{ кг};$$

$$D_P = \frac{100 \cdot 59,4 - 350,4}{20} = 227 \text{ кг};$$

$$D_K = \frac{100 \cdot 185,8 - 430 \cdot 10}{50} = 286 \text{ кг}.$$

Всього необхідно внести міндобрив

$$D_{заг} = 217 + 227 + 286 = 730 \text{ кг.}$$

В графі 4 вказуються обсяги робіт в гектарах, тоннах, тонно – кілометрах.

Агротехнічні терміни беруться на основі рекомендованих для відповідних районів України (графа 5). Розглянемо складання технологічної карти на прикладі операції збирання кукурудзи з обмолотом зерна [21,29,30,14,15].

Рекомендовані терміни для збирання в господарствах Полтавської області – з 20 вересня до 10 жовтня (вибираємо з 20 вересня по 5 жовтня).

Кількість робочих днів для збирання вибираємо в межах 15 робочих днів (графа 6). Тривалість робочого дня на збиранні – світловий робочий день (10 годин). Тривалість зміни в сільському господарстві приймаємо 7 годин, а на шкідливих роботах – 6 годин. В графах 7, 8, 9 проставляємо якісний склад агрегату, який вибирається за розрахунками по операційно – технологічній карті або по рекомендаціях на вирощування культури. Приймаємо частину кукурудзи збирати в качанах кукурудзозбиральним комбайном КСКУ – 6АС

(Херсонєць 200), а частину – зернозбиральним комбайном КЗС-9 «Славутич» з приставкою КЗС-1300 (обмолотом зерна). Основні робітники і допоміжні, що обслуговують агрегат беруться з врахуванням рівня механізації в господарстві. На збиранні кукурудзи працює комбайнер і помічник.

Норму виробітку агрегату за зміну і норму витрати палива в кг на одиницю роботи беремо з типових норм виробітку для 2 нормативної групи [21,29,30].

Виробіток агрегату за агротермін розраховується за формулою[14,15]:

$$W_{агр} = D_p \cdot K_{зм} \cdot W_{зм}, \quad (3.17)$$

де D_p – число робочих днів за агротермін;

$K_{зм}$ – коефіцієнт змінності;

$W_{зм}$ – змінна норма виробітку, га/зм.

$$W_{агр\ КСКУ-6} = 15 \cdot 1,4 \cdot 8,5 = 178,5 \text{ га}$$

$$W_{агр\ ЛАН-3, КЗС} = 15 \cdot 1,4 \cdot 8,5 = 178,5 \text{ га} \quad (3.18)$$

В графі проставляється кількість тракторів, по якій визначається потреба в агрегатах для визначення операцій. Кількість необхідних агрегатів для збирання кукурудзи розраховуємо за формулою:

$$N_{агр} = \frac{F}{W_{агр}}, \quad (3.19)$$

де F – обсяг робіт, який необхідно виконати, га.

А для збирання кукурудзи в качанах необхідно агрегатів в складі комбайна КСКУ –6АС:

$$N_{агр} = \frac{250}{265} \approx 1 \text{ агрегат}$$

Агрегатів в складі Лан-3+КСК-1300 АБО КЗС-9:

$$N_{агр} = \frac{250}{265} \approx 1 \text{ агрегат}$$

Для збирання кукурудзи приймаємо 1 агрегат, що замінює КЗС-9 і КСКУ – 6 : «КЛААС ТУКАНО 570»

Для збирання кукурудзи необхідно 2 механізатори і 2 помічники. Потреба палива на операцію становитиме:

$$Q_{\text{пал}} = G_{\text{за}} \cdot F, \quad (3.20)$$

де $G_{\text{за}}$ – норма витрати палива, кг/га

F – обсяг робіт, га (т,т·км).

$$Q_{\text{пал}} = 500 \cdot 70,9 = 3950 \text{ кг.}$$

Затрати праці на одиницю роботи розраховуються за формулою[21,29,30]:

$$h = \frac{(m+n) \cdot T_{\text{зм}}}{W_{\text{зм}}}, \quad (3.21)$$

де m, n – відповідно число механізаторів та допоміжних працівників, які обслуговують один агрегат за зміну, чол.

$$h_{\text{КСКУ-6}} = \frac{(1+1) \cdot 7}{12,5} = 1,12 \text{ год/га, } h_{\text{ЛАН-3}} = \frac{(1+1) \cdot 7}{15,3} = 0,92 \text{ год/га.}$$

Сумарні затрати праці визначаються як залежність (графа 25) [21,29,30]:

$$H_{\text{заг}} = h \cdot F, \quad (3.22)$$

$$H_{\text{заг КСКУ-6}} = 250 \cdot 1,12 = 280 \text{ год.}$$

$$H_{\text{заг ЛАН-3}} = 250 \cdot 0,92 = 230 \text{ год.}$$

Тракторо-години визначаються за формулою:

$$T_2 = \frac{F}{W_{\text{зм}}} \cdot T_{\text{зм}}, \quad (3.23)$$

$$T_2 = \frac{250 \cdot 7}{12,5} = 140 \text{ год.}$$

Обсяг робіт в умовних еталонних гектарах розраховується за формулою:

$$\Omega = \frac{F \cdot T_{\text{зм}} \cdot \lambda_{\text{ч}}}{W_{\text{зм}}}, \quad (3.24)$$

де $\lambda_{\text{ч}}$ – коефіцієнт переведення тракторів в умовні.

Орієнтовану потребу в тракторах відповідної марки визначаємо по формулі[26,32, 31,33,43]:

$$n_{\text{тп}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{T_{\text{Hi}}}, \quad (3.25)$$

Зміна в необхідній кількості машин може бути досягнути шляхом:

Таблиця 3.1 - Комплекс машин для виробництва кукурудзи на зерно

Назва машини	Марка	Планове заванта- ження, годин	Нормативне заванта- ження, годин	Прийнята потреба, шт.
Трактор гусеничний	ХТЗ-150	770	1400	3
Трактор колісний	К-701	1317	1650	5
Трактор колісний	ХТЗ-150К	878	1500	3
Трактор колісний	Джон-Дір 8400	98	1500	2
Трактор гусеничний	Т-70С	38	1000	1
Трактор колісний	МТЗ-80	649	1250	6
Трактор колісний	ЮМЗ-6	16	1200	3
Зернозбиральний комбайн	ТУКАНО-570	217	360	1
Навантажувач	ПФП-2	375	600	2
Автомобіль	ЗИЛ-130	613	–	9
Причеп	ЗПТС-12	613	800	5
Луцильник	ЛДГ-15	115	260	2
Навантажувач	ПЕА-1,0	5,75	200	1
Подрібнювач	АИР-20	23	200	1
Змішувач	СЗУ-20	23	200	1
Розкидач міңдобрив	РУМ-16	41	210	2
Розкидач орг. добрив	ПРТ-16	167	210	1
Плуг	ПТК-9-35	232	480	2
Вирівнювач ґрунту	ВПН-5,6	38	150	1
Обприскувач	ОП-2000-2	89	120	2
Борона дискова	БД-10	72	180	2
Причеп	2ПТС-4-897	22,6	800	1
Культиватор	КПС-4	46,8	200	5
Сівалка кукурудзяна	Максемердж Плюс-1710	98	100	2
Котки	ЗККШ-6А	30,4	190	5

1. Пересування строків проведення роботи в межах агротехнічно допустимих.
2. Продовженням тривалості робочого дня.
3. Перерозподілом робіт між іншими марками машин.

Потреба машин по видах і марках здійснюється з урахуванням обсягу механізованих робіт, з урахуванням пікового завантаження.

Для оцінки роботи комплексу машин на виробництві кукурудзи на зерно розраховуємо показники роботи МТП.

Згідно графіків завантаження тракторів для повного забезпечення

виращування кукурудзи на зерно потрібно 23 фізичних тракторів.

Всього кількість умовних еталонних тракторів становитиме [14,15,21,29,30]:

$$n_{ум.тр} = \sum_{i=1}^m (n_{ф.тр.} \cdot \lambda_y), \quad (3.26)$$

де $n_{ф.тр.}$ – кількість тракторів відповідної марки, шт.;

λ_y – коефіцієнт переведення в умовні еталонні трактори;

m – кількість марок тракторів.

$$\begin{aligned} n_{ум.тр} &= 1,65 \cdot 3 + 2,7 \cdot 5 + 1,65 \cdot 3 + 2,0 \cdot 2 + 0,9 \cdot 1 + \\ &+ 0,75 \cdot 6 + 0,7 \cdot 3 = 4,95 + 13,5 + 4,95 + 4 + \\ &+ 0,9 + 4,5 + 2,10 = 35 \text{ тракторів} \end{aligned}$$

Кількість відпрацьованих днів складе:

$$M_{дн} = \sum_{i=1}^n M_{дн.i}, \quad (3.27)$$

де $M_{дн.i}$ – число днів, відпрацьованих по кожній технологічній операції.

Згідно технологічної карти обсяг робіт в ум. еталонних гектарах складе [14,15]:

$$\Omega = \sum_{i=1}^n \Omega_i, \quad (3.28)$$

де Ω_i – обсяг робіт в ум.ет. га по кожній технологічній операції

$$\Omega = 6285 \text{ у.е.га}$$

Число відпрацьованих днів складає $M_{дн} = 488$ днів.

Число відпрацьованих змін складає $M_{зм} = 585$ змін.

Середній коефіцієнт переведення в умовні еталонні трактори складає [29,30]:

$$\lambda_{y.сер.} = \frac{n_{y.e.тр.}}{n_{ф.тр.}}, \quad (3.29)$$

$$\lambda_{y.сер.} = \frac{35}{23} = 1,52.$$

Визначаємо коефіцієнт змінності:

$$K_{зм} = \frac{M_{зм}}{M_{дн}}, \quad (3.30)$$

$$K_{зм} = \frac{585}{488} = 1,2$$

Змінний виробіток на умовний трактор складе:

$$W_{зм.ф.} = \frac{\Omega}{M_{зм}}, \quad (3.31)$$

$$W_{зм.ф.} = \frac{6285}{585} = 10,74 \text{ у.е.га}$$

Змінний виробіток на умовний еталонний трактор складає[32]:

$$W_{зм.у.} = \frac{W_{зм.ф.}}{\lambda_{у.сеп.}}, \quad (3.32)$$

$$W_{зм.у.} = \frac{10,74}{1,52} = 7,06 \text{ у.е.га}$$

Визначаємо щільність механізованих робіт [29,30]:

$$П_{мех} = \frac{\Omega}{F}, \quad (3.33)$$

де F – площа посіву культури, га.

$$П_{мех} = \frac{6285}{500} = 12,6 \text{ у.е.га/га}$$

Визначаємо енергоозброєність виробництва культури:

$$E_{оз.} = \frac{\sum N_e}{n_{мех}}, \quad (3.34)$$

де N_e – сумарна потужність двигунів тракторів і комбайнів, кВт;

$n_{мех}$ – число механізаторів.

Згідно розрахунків по завантаженню робочої сили необхідно 25 механізаторів і 15 допоміжних працівників (по найбільш напруженому періоду).

$$\begin{aligned} \sum N_e &= 128,7 \cdot 3 + 221 \cdot 5 + 128,7 \cdot 3 + 150 \cdot 2 + \\ &+ 55 \cdot 1 + 59 \cdot 6 + 44,3 \cdot 3 + 195 \cdot 2 + 195 \cdot 1 = \\ &= 386,1 + 1105 + 386,1 + 300 + 55 + 354 + \\ &+ 133 + 390 + 195 = 3304 \text{ кВт} \end{aligned}$$

$$E_{оз.} = \frac{3304}{25} = 132,1 \text{ кВт/л}$$

$$E_{заб.} = \frac{\sum N_e}{n_{мех}}, \quad (3.35)$$

де F – площа посіву культури, га.

$$E_{заб.} = \frac{3304}{500} = 6,6 \text{ кВт/га.}$$

Визначаємо витрату палива на одиницю роботи, одиницю продукції [29,30]:

$$q_{за} = \frac{Q_{заг}}{F}, \quad (3.636)$$

де $Q_{заг}$ – загальна витрата палива по всіх самохідних машинах, кг;
 F – площа посіву, га.

$$Q_{заг} = 67459 \text{ кг}$$

$$q_{за} = \frac{67459}{500} = 135 \text{ кг/га}$$

$$q_m = \frac{q_{за}}{u_3}, \quad (3.37)$$

де u_3 – урожайність зерна, т/га.

$$q_m = \frac{135}{5,5} = 24,5 \text{ кг/т}$$

Витрата палива на 1 ум.ет. гектар становитиме [14,15, 29,30]:

$$q_{у.е.га} = \frac{Q_{мп}}{\Omega}, \quad (3.38)$$

де $Q_{мп}$ – витрата палива тракторами, кг;

Ω – обсяг робіт в ум.ет.га, виконаний тракторами.

$$q_{у.е.га} = \frac{53256}{6285} = 8,47 \text{ кг/у.е.га}$$

Таким чином, при виборі та комплектуванні машинно-тракторних агрегатів для проведення операційних технологій по виробництву просапних культур враховуються основні конструктивні, технічні, технологічні та економічні параметри сільськогосподарських машин.

З сучасних збиральних комбайнів фірми «Клаас» (марки Lexion 570, Lexion 580 I Lexion 600, Lexion 770, Lexion 780, Tusano 470 I Tusano 570) та фірми «Джон Дір» (С 670), а також фірми «Нью Холанд» (CS 6090 I CSX 7080) оберемо кращій варіант для нвашої технології за методикою «відстані до цілі»

Відстань до цілі, за умови покращення критерію в сторону зменшення [2]:

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

де: N – кількість критеріїв; U_i – значення варіанту i -го критерію; U_0 – значення ідеалізованого варіанту (з найкращим значенням критерію i).

Відстань до цілі, за умови покращення критерію в сторону збільшення [2]:

$$\mu = \frac{1}{N} \cdot \sum \left(\frac{U_0}{U_i} \right) - 1, \quad \mu \rightarrow 0 \quad (2)$$

Характеристики порівнюваних зернозбиральних комбайнів наведені в додатках.

Нами отримано рейтинг зернозбиральних сучасних машин:

1. зернозбиральний комбайн CLAAS TUCANO 570;
2. зернозбиральний комбайн CLAAS LEXION 570/570 TERRA TRAC;
3. зернозбиральний комбайн JOHN DEERE С 670.

Але такі комбайни досить дорого коштують, тому фінансові обмеження аграрних підприємств не завжди дають змогу їх придбати.

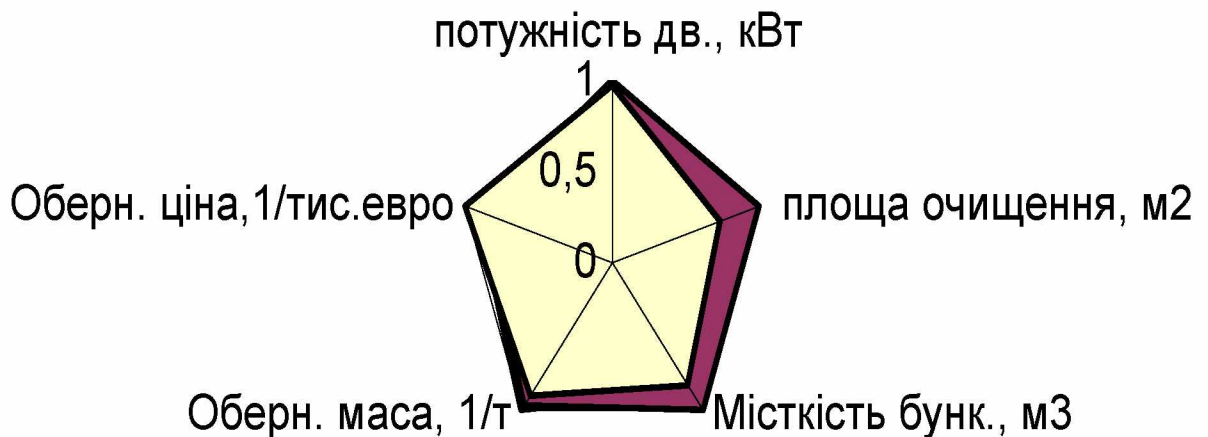


Рисунок 3.1 - Графічна інтерпретація багатокритеріального вибору по методу за відстанню до цілі для зернозбиральних комбайнів, з комбінованою схемою молотильно-сепарувального пристрою.

При графічному застосуванні даного методу узагальнений критерій відстані до цілі μ , визначається як відношення площі Π i -го варіанту до площі ідеалізованого [2].

$$\mu_i = \frac{P_i}{P_0}, \mu \geq 1 \quad (3.39)$$

Площа багатокутника визначається як Σ площ трикутників із сторонами, що відповідають значенням критеріїв K_i [2].

$$P = \Sigma P_i, P_i = \frac{1}{2} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (3.40)$$

4. В середовищі програмного забезпечення Microsoft Excel будемо пелюсткову діаграму (рис. 4). Кращий варіант – зернозбиральний комбайн CLAAS TUCANO 570.

3.3. Регресійний аналіз результатів експерименту

При дослідженні кількісних характеристик впливу швидкості руху агрегату, глибини обробітку ґрунту, вологості та твердості ґрунту на повноту знищення бур'яну та ступінь пошкодження культурних рослин на механізм протікання технологічного процесу впливають такі групи факторів [13]:

1. Група $A = (X_2, X_3)$, в яку входять фактори, що контролюються та допускають цілеспрямовану зміну при виконанні досліджень. До цієї групи відносимо швидкість та глибину;

1. Група $U = (X_4, X_5)$, в яку входять фактори, що контролюються та не допускають цілеспрямованої зміни при виконанні досліджень. До цієї групи відносимо вологість та твердість ґрунту. Інформацію про значення змінних такої групи отримуємо за допомогою лабораторних аналізів та вимірювань;

2. Група $Y = (Y_1, Y_2)$ – це вихідні змінні, що отримуємо як корисну та достовірну інформацію про технологічний процес, який досліджується. Сюди слід віднести повноту знищення бур'янів та ступінь пошкодження культурних рослин

Тоді математична модель об'єкта досліджень буде визначена сукупністю співвідношення виду [18]:

$$Y_2=f(X_1, X_2, X_3, X_4). \quad (3.41)$$

Припускаємо, що x_{1i}, \dots, x_{pi} , $i=1, \dots, n$ - фіксовані значення незалежних змінних X_1, \dots, X_p (де $X_1 = x_{1i}, \dots, X_p = x_{pi}$, а y_i - значення змінної Y , що спостерігається. Таким чином, вибірка складається з n спостережень $(y_1, x_{11}, \dots, x_{p1}), \dots, (y_n, x_{1n}, \dots, x_{pn})$. Для моделі множинної лінійної регресії маємо рівність[18]:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_p x_{pi} + \epsilon_i, \quad (3.42)$$

де $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ - невідомі параметри, а $\epsilon_1, \dots, \epsilon_n$ - незалежні випадкові помилки.

Для отримання методом найменших квадратів оцінок b_0, b_1, \dots, b_p параметрів скористаємося пакетом "Аналіз даних" Microsoft Excel [18]. Ці оцінки, які мінімізують суму квадратів відхилень

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_p x_{pi})^2, \quad (3.43)$$

називаються коефіцієнтами регресії. Оцінка β_0 називається вільним членом або константою. Оцінка рівняння множинної лінійної регресії може бути записана у вигляді

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + \dots + b_p x_p. \quad (3.44)$$

Зазначимо, що сума квадратів відхилень S є мірою помилки, яка пов'язана з "підгонкою" вибірових даних за допомогою моделі лінійної регресії; оцінки методу найменших квадратів (МНК - оцінки), мінімізують цю помилку. Прогнозоване значення \hat{y} має мінімальну дисперсію для даних x_1, \dots, x_p серед усіх лінійних за X_1, \dots, X_p функцій Y .

Вихідні дані програми лінійної регресії містять важливі величини. SS_R - залишкова сума квадратів - це значення S , яке отримується при підстановці МНК оцінок замість параметрів, тобто[18]:

$$SS_R = \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 x_{1i} - \dots - b_p x_{pi})^2. \quad (3.45)$$

Якщо цю величину розділити на число ступенів вільності $\nu_R = n - p - 1$ (число ступенів вільності залишків або помилок), отримуємо оцінку дисперсії помилок, що називається залишковим середнім квадратом помилок MS_R . Отже[18],

$$MS_R = SS_R / \nu_R. \quad (3.46)$$

Квадратний корінь з MS_R називається стандартною помилкою оцінки.

Треба зазначити, що кожен з середніх квадратів дорівнює сумі квадратів, яка поділена на відповідне число ступенів вільності. Повна сума квадратів та число ступенів вільності дорівнюють сумі відповідних компонент - "обумовленою регресією" та "залишковою". F - відношення дорівнює відношенню двох середніх квадратів.

Повна сума квадратів SS_T , що поділена на число ступенів вільності ν_T , дорівнює оцінці дисперсії Y . Нарешті відношення SS_D / SS_T дорівнює R^2 (що іноді називається коефіцієнтом детермінації) є доля дисперсії Y , яка "пояснена" регресією Y по X_1, \dots, X_p (ця величина дорівнює квадрату множинного коефіцієнта кореляції).

Таким чином, R^2 є мірою якості добору, тобто, чим більше R^2 , тим краще модель апроксимує Y .

Експериментально вивчається повнота знищення бур'янів Y_1 і ступінь пошкодження культурних рослин Y_2 та їх залежність від швидкості руху агрегату X_2 та глибини обробітку ґрунту X_3 .

Для описування залежності ступеню знищення бур'янів Y_1 та ступеню пошкодження культурних рослин Y_2 від швидкості руху агрегату X_2 та глибини обробітку ґрунту X_3 для робочого органу культиватора КРН-4,2 використовуються множинні лінійні регресії $Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_2 + \beta_2 X_3$ та $Y_2 = \beta_0 + \beta_1 X_2 + \beta_2 X_3$. (табл. 3.2., 3.3.)

Розглянемо оцінки рівнянь регресивного аналізу для кукурудзи.

Дослідивши рівняння лінійної регресії (табл.3.2., табл.3.3.), ми встановили, що максимальне значення повноти знищення бур'янів та мінімальне значення ступеня пошкодження культурних рослин при обробітку міжрядь кукурудзи робочим органом культиватора КРН-4,2 досягається при

$H=0,05...0,07\text{м}; V=1,8...2,28\text{ м/с.}$

Таблиця 3.2 - 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 3.3 - Оцінки рівнянь регресивного аналізу

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	$12,6X_2 + 634,1X_3 - 26,13$	$18,05X_2 + 458,7X_3 - 84,26$

Дослідивши рівняння лінійної регресії (табл.3.2., табл.3.3.), ми встановили, що максимальне значення повноти знищення бур'янів та мінімальне значення ступеня пошкодження культурних рослин при обробітку міжрядь соняшника робочими органами культиватора КРН-4,2 досягається при $H=0,06...0,075\text{м}; V=1,89...2,35\text{ м/с.}$

3.4. Аналіз багатofакторного експерименту по оптимізації технологічного режиму міжрядного обробітку ґрунту культиватором КРН-4,2

Наступним етапом проведення експериментальних досліджень є більш детальний статистичний аналіз отриманих експериментальних даних шляхом пошуку оптимального технологічного режиму налаштування робочих органів

культиватора типу КРН-4,2 з урахуванням агрокліматичних умов Полтавської області.

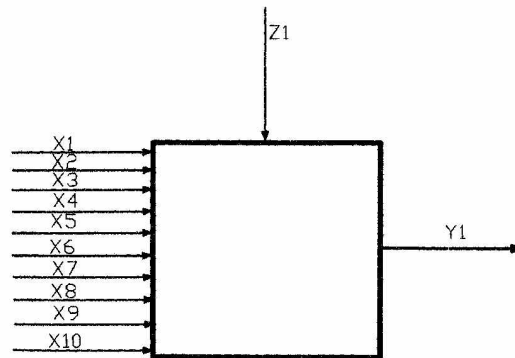


Рисунок 3.4 - Схема «Чорного Ящика»

«Чорний ящик» двофакторного експерименту щодо вивчення впливу швидкості або глибини руху та ступіня пошкодження культурних рослин на повноту знищення бур'янів подано на рис.3.4.

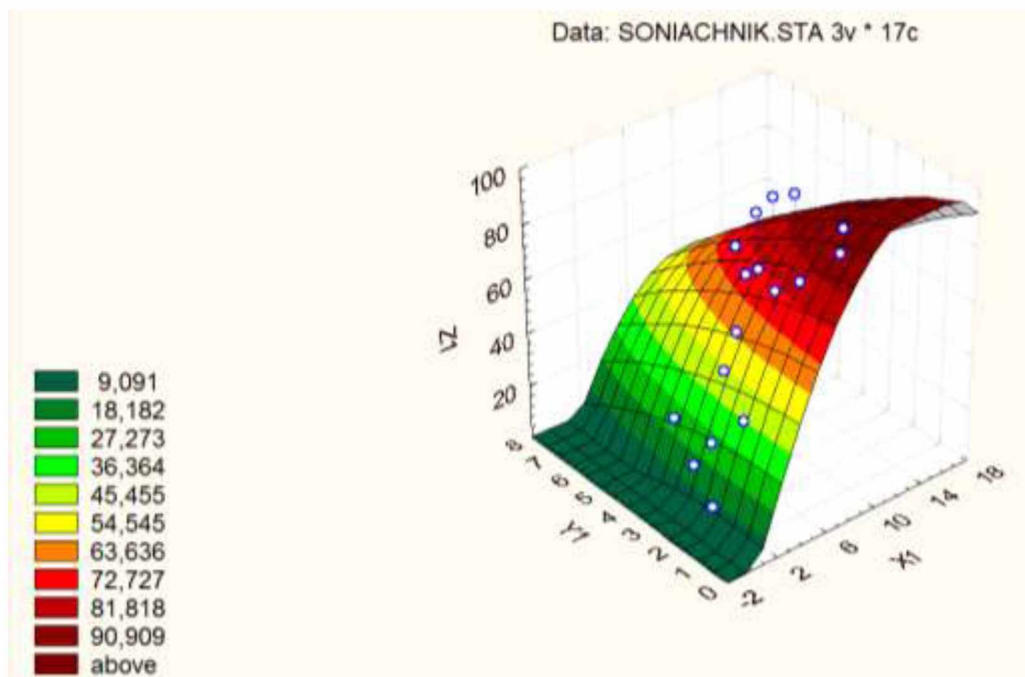


Рисунок 3.5 - Поверхня відгуку ступеня знищення бур'янів $Z_1, \%$ в залежності від ступеня пошкодження культурних рослин $Y_1, \%$ та глибини обробітку ґрунту $X_1, \text{см}$ на посівах соняшнику.

В цьому випадку позначемо вісь X_1 – глибина руху робочих органів культиватора КРН-4,2 в першій частині дослідів, та відповідно X_1 – швидкість руху МТА (МТЗ-80+КРН-4,2) в другій частині дослідів.

Відповідно, нами отримано поверхню відгуку 2-го порядку, (рис. 3.5), що відображає вплив глибини обробітку ґрунту робочих органів КРН-4,2 - X1 та ступеня пошкодження культурних рослин Y1 на повноту знищення бур'янів Z1 на посівах соняшнику. При цьому швидкість руху МТА фіксована як 8км/год.

На основі аналізу рис. 3.5. оптимальним режимом роботи культиватора КРН-4,2 на посівах соняшнику є глибина в діапазоні 5-7см. (при фіксованій швидкості руху 8 км/год.)

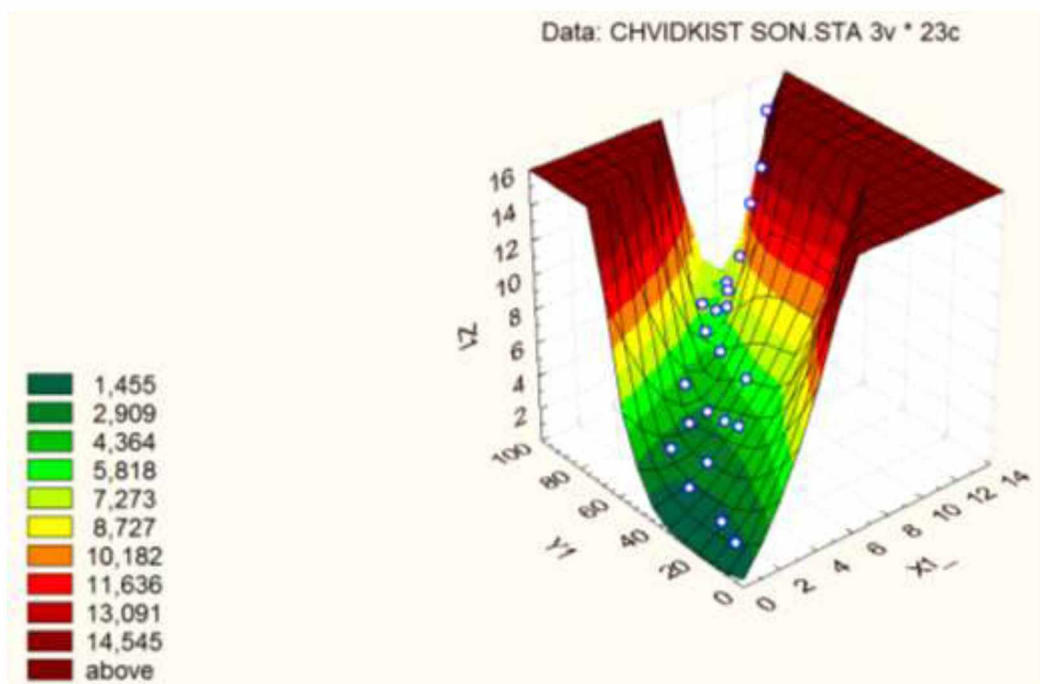


Рисунок 3.6 - Поверхня відгуку ступеня знищення бур'янів Z1,% та ступеня пошкодження культурних рослин Y1, % в залежності від швидкості руху МТА X1 на посівах соняшнику.

На рис.3.6 подано графічну залежність ступеня знищення бур'янів Z1,% та ступеня пошкодження культурних рослин Y1, % від швидкості руху МТА X1 на посівах соняшнику.

На основі аналізу рис. 3.6. оптимальним режимом роботи культиватора КРН-4,2 на посівах соняшнику є швидкість в діапазоні 8-10 км/год. (при фіксованій глибині ходу культиваторних одnobічних та двобічних лап: 5-7см.)

4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Екологічна експертиза

В Україні здійснюється державна, громадська та інші екологічні експертизи.

Висновки державної екологічної експертизи є обов'язковими для виконання. Приймаючи рішення щодо подальшої реалізації об'єктів екологічної експертизи, висновки державної екологічної експертизи враховуються на рівні з іншими видами державних експертиз.

Висновки громадської та інших екологічних експертиз мають рекомендаційні характеристики і можуть бути враховані при проведенні державної екологічної експертизи, а також при прийнятті рішень щодо подальшої реалізації об'єкта екологічної експертизи.

В магістерській роботі ми звертаємо особливу увагу на правильність застосування сільськогосподарської техніки використання знарядь і додаткових пристроїв при виробництві озимої пшениці, на продуктивність і якість роботи, зменшення кількості робочих циклів для зниження небажаних біологічних змін у ґрунті.

Так, за даною магістерською роботою, при проведенні основного і передпосівного обробітку ґрунту ми рекомендуємо застосовувати гусеничні трактори (ХТЗ-200, Caterpillar, NEW HOLLAND) з широкозахватними агрегатами, що дозволяє зменшити кількість проходів агрегатів по полю, а, значить, зменшити ущільнення ґрунту.

Покращення родючості ґрунту – вихідні умови для забезпечення безперервного росту урожайності, а з ростом урожайності – створення більш сприятливих умов для покращення навколишнього середовища. Разом з тим в багатьох регіонах руйнування ґрунтового шару досягає вражаючих розмірів.

Найгірші негативні екологічні наслідки викликані водною і вітровою ерозіями ґрунту. Ерозією називають руйнування ґрунту під

впливом природних і антропогенних факторів руйнування, викликані стіканням по схилах талих і дощових вод, сильних вітрів.

Для запобігання виникнення ерозійних процесів ми пропонуємо застосування безвідвального обробітку, мульчування, створення лісосмуг.

Встановлено, що збереження на поверхні ґрунту рослинних рештків при використанні ґрунтозахисного обробітку найбільш простий і доступний метод для попередження як вітрової так і водної ерозії.

При проведенні збиральних робіт спостерігається велика кількість проходів машин, що призводить до переущільнення ґрунту. Наслідком цього є зменшення урожайності зернових і просапних культур на 15-30%. У магістерській роботі ми пропонуємо застосовувати розвантажувальні причепа та смуги для зернозбиральних машин та агрегатів при збиранні. Оскільки, наприклад, маса зернозбирального комбайна типу «ДОН-1500» та КЗС-9 «Славутич» становить близько 14 тон.

Велику шкоду навколишньому середовищу приносить широке використання хімічних засобів по захисту рослин. Пестициди широко використовуються при індустріальній технології вирощування сільськогосподарських культур. Нами пропонується замінити хімічні засоби боротьби з шкідниками, хворобами та бур'янами, а саме досходовий та після сходовий обробіток агрегатами ЗБЗСС-1,0, ШБ-2,5, УСМК-5,4.

Також ми розробили і запропонували комплекс машин для вирощування та збирання насіння соняшника, кукурудзи, сої по інтенсивній технології з урахуванням вимог захисту навколишнього

середовища. Це комплекс машин, який являє собою набір взаємопов'язаних між собою по технологічному процесу та продуктивності різних машин, застосування яких забезпечує закінчений цикл якості роботи в оптимальні агротехнічні строки з мінімальними затратами праці і засобів.

Про комплекс машин можна сказати, що на навколишнє середовище його дія щодо шкідливої складової, знаходиться на рівні сучасних екологічних технологій.

4.2. Охорона праці

Під час роботи на тракторах необхідно додержувати таких правил техніки безпеки. До керування трактором допускати трактористів, які пройшли спеціальну підготовку і мають право на керування трактором.

Перед пуском двигуна тракторист повинен переконатися, що важіль переключення передач встановлений у нейтральне положення.

Забороняється; допускати до керування трактором сторонніх осіб; пускати перегрітий двигун; намотувати на руку вільний кінець пускового шнура під час пуску пускового двигуна або брати пускову рукоятку в обхват; пускати пусковий двигун, коли провід високої напруги не закріплений на свічці; відкривати без рукавиць кришку радіатора гарячого двигуна; працювати під трактором і робочими машинами при працюючому двигуні; надівати або знімати паси вентилятора, а також регулювати їх натяг під час роботи двигуна; підсмоктувати ротом етильований бензин або промивати цим бензином деталі.

Під час руху забороняється: сходити з трактора або сідати на нього, а також переходити з трактора на причіп, змашувати, регулювати та виконувати інші роботи, пов'язані з доглядом за тракторним агрегатом. Забороняється переїжджати залізничні колії в місцях, для цього не призначених. Переїжджати залізничні колії можна тільки в дозволених місцях і обов'язково на першій передачі.

Причіпні машини повинні мати жорсткі і справні причіпні пристрої. Під час приєднання причіпних машин і знарядь трактор до них треба подавати

без ривків, на тихому ході.

Якщо трактор працює з начіпними машинами, треба переконатися у тому, чи правильно вони навішені. З'єднуючи машину з трактором, не слід стояти між ними, а також не слід допускати ривків під час рушання та маневрування.

Рушаючи з місця і зупиняючи трактор, тракторист повинен подавати сигнали, які попереджують робітників, що працюють на агрегатах, і починати рух тільки після одержання сигналу-відповіді.

Якщо трактор працює в нічну зміну, він повинен мати справну систему електроосвітлення.

Під час роботи трактора з валом відбору потужності необхідно встановлювати глухі кожухи на шарнірні з'єднання вала. З гори можна спускатися тільки на першій передачі та малих обертах двигуна.

Забороняється під час спуску з гори виключати муфту зчеплення і переключати передачі; зупиняти трактор на крутих схилах та їздити впоперек схилів. Переїжджаючи через греблі та мости, треба спочатку переконатися в тому, що по них можна проїхати безпечно.

Їдучи трактором по дорозі, держатися правої сторони, а їдучи в колоні, слід додержувати інтервал не менш як 20 м між машинно-тракторними агрегатами. Під час роботи треба уважно стежити за показами контрольних приладів і роботою механізмів трактора, а також своєчасно усувати всі несправності. Перед тим як зійти з трактора (після закінчення роботи), тракторист повинен поставити важіль переключення передач у нейтральне положення і виключити муфту зчеплення. Під час роботи на тракторах потрібно додержувати таких правил протипожежної безпеки.

Забороняється: відкривати бочки з бензином, ударяючи по пробках металевими предметами; користуватися відкритим вогнем і палити під час заправки трактора або під час огляду паливних баків; розводити багаття і палити поблизу місць заправки і стоянки тракторів, а також залишати трактор після роботи або після заправки поблизу заправного пункту; під час пуску підігрівати двигун відкритим вогнем; підходити до відкритого вогню в одязі, просоченому нафтопродуктами [34].

Під'їжджати на тракторі до заправного пункту потрібно з підвітряного боку; вихлопна труба при цьому має бути з боку, протилежного пункту. Освітлювати баки і всю паливну систему незалежно від наявності в них палива дозволяється тільки електричною лампою. Вихлопну трубу тримати завжди чистою і не допускати скупчення у ній нагару. Стежити за тим, щоб не було підтікання палива або масла.

На час збирання та молотьби врожаю трактор треба обладнати іскрогасником і систематично перевіряти його справність. Нафтопродукти, що спалахнули, потрібно гасити вогнегасником, закидати землею, піском, покривати повстю. Заливати полум'я водою категорично забороняється.

Місце стоянки трактора потрібно обладнати протипожежним інвентарем, обороти смугою завширшки 1 м, очистити від стерні і сухої трави.

До роботи на комбайнах та с/г техніці допускаються лише спеціально підготовлені особи не молодші 18 років, які пройшли інструктаж з вимог безпеки, оволоділи безпечними прийомами роботи і мають посвідчення тракториста-машиніста з талонами попередження і відповідними категоріями:

Комбайнер, помічник комбайнера повинні бути забезпечені спецодягом: костюмом з пилонепроникної тканини або комбінезоном, комбінованими рукавицями, захисними окулярами. Не дозволяється передавати управління комбайном стороннім особам, встановлювати на комбайн додаткові сидіння. Комбайнера треба забезпечити повним комплектом справного інструменту, який повинен зберігатися в спеціальному ящику. Запасні сегменти ножів повинні бути зв'язані і зберігатися окремо. Не можна дозволяти стороннім особам перебувати на машинах як під час роботи, так і при переїздах. Не допускається керування комбайнами, тракторами після вживання алкогольних напоїв. У випадках недомагання необхідно припинити роботу, попередити посадову особу, звернутися у лікарню. На кожному комбайні та тракторі має бути невеличка аптечка. Працівники повинні бути навчені прийомам надання долікарської допомоги. Зернові комбайни обладнуються засобами пожежогасіння: двома вогнегасниками, двома штиковими лопатами, мітлами, гумовими хлопавками для збивання полум'я, рядном розміром 2х3 та

емкістю з водою. Під час грози роботу комбайна зупиняють, після дощу переїжджають через канави, рухаються вздовж схилів, на поворотах тільки на першій передачі. Під час приєднання корпусу жатки працівнику не можна знаходитись на похилій камері, а також між камерою і жаткою. Необхідно перевірити кріплення бичів і деки молотильного барабана, корпусів підшипників барабана, приймального і відбійного літерів. Молотильний барабан повинен бути відбалансований, бичі барабана і деки міцно затягнуті. Всі механізми повинні рухатися плавно, без ривків. Ручки розподілювачів при їх відпущенні повинні автоматично повертатись з робочого положення в нейтральне. Добре відрегульована система полегшує працю комбайнера і створює безпеку при його роботі.

При працюючому двигуні перевіряють системи сигналізації. При набиранні двигуном нормальної частоти обертання (повні оберти) світлові і звукові сигнали повинні зникнути.

Не передавати керування комбайном особам не закріпленим за даним комбайном. Не допускати знаходження будь-кого, в тому числі і помічника комбайнера, на комбайні під час руху. Перевіряти і регулювати робочі органи і механізми, надівати і натягувати паси, ланцюги, усувати несправності, проводити змащування, очищати ріжучий апарат, молотильний барабан, копнувач тільки при заглушеному двигуні. Перед виконанням цих робіт на рульовому колесі вивішують табличку «Не включати!», «Працюють люди!». Забороняється керувати комбайном стоячи. Постійно стежити за місцями жатки і комбайна, де намотується рештки рослин. Очищення проводити спеціальними крючками і обов'язково в рукавицях.

При вивантаженні зерна в машину обслуговуючому персоналу не можна сидіти на бортах автомобіля, знаходитись під вивантажуючим шнеком, зерно в бункері не можна проштовхувати руками чи ногами, для цього необхідно використовувати дерев'яні лопати. Під час транспортування зерна забороняється знаходження людей у кузові. Місце відпочинку повинно бути відмічено видимими віхами, а при настанні темряви — освітлюватися. Заміну ножа проводити при заглушеному двигуні.

4.3. Техніко-економічне обґрунтування досліджень

Річний плановий економічний ефект, розраховуємо за формулою [2]:

$$\mathcal{E} = [(C_6 + E_n \cdot K_6) - (C_n + E_n \cdot K_n)] \cdot A_n, \quad (4.1)$$

де \mathcal{E} – Річний економічний ефект, грн.; C_6 ; C_n – собівартість одиниці продукції за базовим та проектованим варіантами, грн; K_6 , K_n – питомі капітальні вкладення базового та нового варіанту, грн.; E_n – нормативний коеф. ефективності капіталовкладень, $E_n = 0,15$; A_n – виробнича програма за новою технологією. Структура собівартості одиниці продукції просапних культур:[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: [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 перевезення, грн.; $C_{\text{ен}}$ – вартість електроенергетичних носіїв, грн.; $C_{\text{а.сп.}}$ – амортизація виробничих потужностей та споруд, грн.; $C_{\text{обсл.сп.}}$ – вартість поточних ремонтів та вартість технічного і технологічного обслуговування засобів виробництва грн.; $C_{\text{інш.}}$ – інші 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 з нарахуваннями грн.; $C_{\text{гсм}}$ – вартість дизельного палива, бензину, мастил, грн.; $C_{\text{ам}}$ – амортизація машинно-тракторних агрегатів, грн.; $C_{\text{то,тр}}$ – витрати на технічні обслуговування та поточні ремонти техніки, $C_{\text{ін.е}}$ – 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[2]:

$$T = K_n / \Pi(\text{Чд})_n; \quad (4.5)$$

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

Таблиця 4.1 –Техніко-економічне обґрунтування виробничого впровадження удосконалень просапного культиватора КРН-4,2

Показники економічної ефективності	Існуюча технологія міжрядного обробітку	Удосконалена технологія просапної культивациі
Плановий обсяг робіт, на один МТА, га	70	70
Додаткові капіталовкладення на модернізацію просапного культиватора, грн	-	18000
Собівартість виробництва Зернової кукурудзи, грн./га	11720	11630
Річна економія від зниження затрат щодо догляду за посівами, грн./га		90
Плановий річний економічний ефект, грн., рік		7000
Термін окупності додаткових капіталовкладень, років		2,5

де T та T_1 – відповідно терміни окупності запланованих та додаткових капіталовкладень у роках; K_n – питомий обсяг планових капітальних вкладень щодо впровадженої технології, грн/т; $K_{доп}$ – додаткові капітальні вкладення відносно нової техніки, грн; $\Pi(Чд)_n$ – прибуток, що планується від впровадження нового варіанта технологій, грн.; $\Delta\Pi(Чд)_n$ – плановий приріст прибутку, грн.

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

$$U_p = \Pi(Чд)_n \cdot 100\% / K. \quad (4.7)$$

Цей показник порівнюють з базовим рівнем рентабельності існуючих технологій. За отриманими розрахунковими показниками з табл. 4.1, маємо: річний економічний ефект планується в обсязі 12 000 грн. за рахунок зменшення витрат палива як наслідок зменшення кількості повторних проходів просапного культиватора по полю.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Негативними тенденціями в сучасному зерновому виробництві є диспаритет цінової політики – підвищення собівартості виробництва продукції швидше, ніж ціна її реалізації, внаслідок чого прибутковість галузі сповільнюється.

Для покращення ситуації з технологічного забезпечення виробництва зерна просапних культур в Полтавській області нами запропоновано:

1. Як основний спосіб обробітку, при догляді за посівами застосовувати механічний. Він є самим безпечним для навколишнього середовища і самим ефективним з агрономічної сторони процесу. При міжрядному обробітку ґрунту робочі органи культиваторів повинні повністю підрізувати бур'яни в міжряддях, не виносити вологий шар ґрунту на поверхню поля, не пошкоджувати рослини понад 1—3,5 %, не відхилятися від заданої глибини більш як на 15 %, (для неглибокого обробітку це становить ± 1 см, а для глибокого ± 2 см)

2. Для обробітку міжрядь кукурудзи, соняшнику, картоплі та інших просапних культур застосовують культиватори-рослинопідживлювачі КРН-4,2А, КРН-5,6Б, КРН-8,4. Якість роботи таких сільськогосподарських машин залежить від технічних та технологічних налаштувань з обов'язковим урахуванням особливостей агротехнологічних умов конкретного поля посівів просапних культур.

4. Комплекс машин та обладнання для виробництва пізніх зернових культур оптимізовано за допомогою розрахунку перспективних технологічних карт (кукурудза, соняшник). Критеріями вибору машинно-тракторних агрегатів стали енергетичні витрати та екологічність виробництва.

5. При обґрунтуванні комплексу машин найбільш енергоємні операції пропонується виконувати тракторами Case Magnum 290, Case Magnum 235, Case Magnum 340 та зернозбиральним комбайном «КЛААС ТУКАНО-570» Такі технології рекомендовано до виробничого впровадження..

6. Експериментальні дослідження проведені як перевірка та уточнення оптимальних агротехнічних вимог щодо проведення догляду за посівами за допомогою просапного культиватора типу КРН-4,2 з урахуванням мінливості клімату в останній час. На основі аналізу поверхонь відгуку другого порядку, що в першому випадку відтворюють експериментальну залежність між ступенем знищення бур'янів $Z_1, \%$ в залежності від ступеня пошкодження культурних рослин $Y_1, \%$ та глибини обробітку ґрунту $X_1, \text{см}$ на посівах соняшнику; а в другому випадку - залежність ступеня знищення бур'янів $Z_1, \%$, ступеня пошкодження культурних рослин Y_1 та швидкості руху МТА X_1 на соняшнику отримано наступні оптимальні агротехнічні показники: оптимальним режимом роботи МТА МТЗ-80+ КРН-4,2 на посівах соняшнику є швидкість руху в діапазоні 8-11 км/год., глибина обробітку 5-6 см.

7. Щодо підвищення стану охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, то нами рекомендовано системне виконання правил та вимог з охорони праці, дотримання інструкції дії персоналу у надзвичайних ситуаціях, здійснення контролю щодо відповідності умов роботи та обладнання чинним нормам безпеки; обладнання робочих місць згідно вимог технології з усуненням шкідливих виробничих факторів.

8. Екологічна експертиза проекту здійснена з метою виявлення і мінімізації шкідливого впливу від виробництва кукурудзи на зерно на навколишнє середовище.