

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 ранніх 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

Салашний Ярослав Володимирович

Прізвище та ініціали здобувача вищої освіти

Керівник: Бурлака О. А.

Прізвище та ініціали керівника

Рецензент: Яхін С. В.

Прізвище та ініціали рецензента

РЕФЕРАТ

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

Об'єктом дослідження роботи є технології виробництва озимої пшениці, ячменю, жита та інших ранніх зернових культур що засновані на енергетичній методиці визначення оптимізаційних критеріїв, технологічні процеси обмолоту зерна пшениці зернозбиральними комбайнами «ДОН – 1500Б», «JD-9500».

В роботі описано проблеми щодо стану виробництва ранніх зернових культур; здійснено аналіз показників розрахунку машинно-тракторних агрегатів у рослинництві, розраховано перспективні технологічні карти на вирощування та збирання зерна озимої пшениці, ячменю, жита з урахуванням агрокліматичних умов Полтавського регіону; проведено теоретичні та експериментальні дослідження по обґрунтуванню елементів операційної технології обмолоту зерна озимої пшениці сучасними зернозбиральними комбайнами; проведено економічне обґрунтування запропонованих технологій виробництва ранніх зернових культур для умов аграрних підприємств Полтавської області.

Ключові слова: ТЕХНОЛОГІЯ, ОЗИМА ПШЕНИЦЯ, ЯЧМІНЬ, ЖИТО, ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА, ОПТИМІЗАЦІЯ, КОМПЛЕКС МАШИН, ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИЙ КОМБАЙН, ЗЕРНОВІ КУЛЬТУРИ, МАШИННО-ТРАКТОРНИЙ АГРЕГАТ, ЕКСПЕРИМЕНТ, ПОВЕРХНЯ ВІДГУКУ.

ВСТУП

Актуальність теми. Зернове виробництво займає провідне місце в структурі аграрного сектору економіки України. Від рівня ефективності його розвитку залежить добробут населення, гарантування національної продовольчої безпеки, експортні можливості країни. Для її виконання на Україні показує, що для переходу на досконалішу технологію в зернопродуктовому підкомплексі необхідне системне рішення задач, направлених на оптимізацію комплексу машин для впровадження інтенсивних технологій виробництва. Тому тема даної магістерської роботи «Удосконалення технології вирощування та збирання зерна ранніх зернових культур шляхом оптимізації комплексу машин з урахуванням імовірності втрат врожаю».

Мета дослідження: удосконалення технологічного забезпечення виробництва зерна ранніх зернових культур з урахуванням мінливих агротехнічних умов Полтавського регіону.

1. Задачі дослідження:

1. проаналізувати технології, технічні засоби та розробити концепцію обмолоту зерна зернозбиральними комбайнами з урахуванням особливостей Полтавського регіону;
2. теоретично обґрунтувати основні технологічні, технічні, економічні, конструктивні параметри комплексу машин для виробництва зерна ранніх зернових культур;
3. провести експериментальні польові дослідження по визначенню основних агротехнічних параметрів якості роботи зернозбиральних комбайнів: втрати зерна за молотаркою та ступінь засміченості бункерного зерна при виконанні технологічного процесу по обмолоту однієї з ранніх зернових культур;
4. запропонувати оптимізований комплекс машин для виробництва зерна ранніх зернових культур в Полтавській області та визначити його техніко-економічну ефективність.
5. розробити пропозиції щодо охорони праці та захисту навколишнього середовища для типового аграрного підприємства Полтавської області.

Об'єкт дослідження – стан та ефективність діяльності технологічного забезпечення вирощування та збирання зерна ранніх зернових культур. учасні

Сучасні технології виробництва пшениці, ячменю, жита, інших ранніх зернових культур, технопарк машин до яких підібраний за різними критеріями оптимізації.

Предмет дослідження: техніко-економічні показники машинно-тракторних агрегатів, що застосовуються для визначення оптимального комплексу машин в технологіях виробництва ранніх зернових культур; конструктивні параметри та технічні, технологічні характеристики сучасних зернозбиральних комбайнів вітчизняного та імпортного виробництва; сучасні технологічні карти по вирощуванню та збиранню ранніх зернових культур.

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

Теоретична та практична значущість.

При виборі комплексу машин технічного та технологічного забезпечення технології вирощування та збирання зерна ранніх зернових культур на основі виконаних теоретичних досліджень встановлено – оптимальними будуть комплекси сільськогосподарської техніки, що підібрані за домінуючим показником – енергозатрати та продуктивність. При цьому враховано ризики недоотримання врожаю. Обґрунтування комплексу машинно-тракторних агрегатів в технологіях здійснено з застосуванням методологічних аспектів критеріїв Байєса, Лапласа і Гурвіца, Вальда, Севіджа та ін.

На основі аналізу проведеного двофакторного експерименту, залежність між висотою зрізу рослин X_1 , см; засміченістю бункерного зерна Y_1 , %; та втратами зерна Z_1 ,%. На комбайнах ДОН-1500Б та «JD – 9500», визначено: при обмолоті зерна озимої пшениці з урожайністю 4...4,5 т/га оптимальна висота зрізу знаходиться в діапазоні 5-15 см. Збільшення висоти зрізу (по можливості) покращує технологічні режими роботи молотарки комбайнів.

1. СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Огляд технопарку для виробництва ранніх зернових культур

Технопарк щодо механізації технологічних операцій з вирощування та збирання зерна ранніх зернових культур повинен забезпечувати не тільки відсутність ручної праці, але й бути оптимізованим за різними критеріями, важливішими з яких є енергозатрати, продуктивність, екологічність.

За умови, коли ранні зернові культури планується висівати на полях, де попередниками були цукрові буряки, картопля, то без перерви, по закінченню збирання сільськогосподарської культури – попередника, необхідно внести мінеральні добрива та виконати основний обробіток ґрунту.

Після кукурудзи, багаторічних трав, зернобобових сільськогосподарських культур пожнивні рештки на поверхні поля необхідно обробити за допомогою дискових лушпильників марок ЛДГ-10А, ЛДГ-15А. В цьому випадку також доречне застосування важких дискових борін БДТ-3,0, БДТ-7,0А, БДС-8,4, БДВ-6,5 та ін.

Технологічні процеси дискування чи лушення стерні необхідно виконувати з повторністю. Така вимога створює сприятливі агротехнічні характеристики поверхневого шару ґрунту для проведення основного зяблевого обробітку.

Полицевий основний обробіток ґрунту пропонується виконувати плугами типу ПЛН-3-35, ПЛН-4-40, ПЛН-5-35, ПЛП-6-35, ПТК-9-35; оборотними плугами марок ППО-4-40, ППО-6-40, ПНО-5-40 та закордонними аналогами - наприклад плуг Лемкен Європал (Lemken EurOpal) 5, 6, 7, 8, 9 [21,25].

Якість та агротехнічна доцільність основного обробітку ґрунту функціонально залежна від глибини ходу основних робочих органів орних агрегатів та агротехнічних термінів проведення оранки.

В полтавському регіоні, переважно де розташовані чорноземи, глибина осіннього основного обробітку ґрунту складає 22 – 25 см. На дерново-підзолистих ґрунтах, ґрунтах з обмеженим пластом гумусу оранку виконують не глибше родючого шару.

За умови, коли в регіоні, де планується вирощування та збирання зерна ранніх зернових культур, має місце вітрова, водяна ерозія, посушливий клімат, то рекомендовано основний обробіток ґрунту виконувати безполицевими сільськогосподарськими машинами, наприклад - АКШ-3,6, АКШ-5,6. За останнього варіанту елементи ґрунтозахистних технологій є домінуючими. Також треба врахувати, що залишки стерні рослини – попередника слугують елементами снігозатримання.

Вагома увага повинна приділятися весняному одробітку ґрунту. Мета такого обробітку відновлення вегетації озимих культур чи забезпечення сприятливих умов щодо проростання бур'янів з метою подальшого знищення останніх. Також весняне боронування є ефективним засобом по збереженню вологи в родючому шарі ґрунту.

При використанні щодо весняного боронування важких та середніх зубових борін, останні комбінують на зчіпках типу СП-11А, СП-16А або СГ-21. При цьому рекомендується використовувати трактори з гусеничними рушіями [21,25].

У разі вирощування ярих ранніх зернових культур, після семи-восьми днів по завершенню весняного боронування, необхідно провести передпосівну культивуацію. Передпосівна культивуація, як правило, виконується на глибину посіву насіння ярих ранніх зернових культур. Така глибина, в залежності від наявності вологості у ґрунті та сільськогосподарської зернової культури коливається у межах 4...8см.

Кращих результатів щодо передпосівної культивуації, можливо досягти при використанні таких комбінованих агрегатів, як «Європак», К 600 PS, АПК-6, АК-3. В останній час більшість енергоощадних технологій засновані саме на використанні комбінованих агрегатах – в такому разі за один технологічний прохід машинно-тракторного агрегату виконується декілька технологічних операцій одночасно послідовно. При передпосівному обробітку ґрунту це можуть бути: безпосередньо культивуація, коткування, боронування, вирівнювання поверхневого шару ґрунту, внесення мінеральних сипучих, чи рідких добрив, внесення засобів захисту рослин та ін..

При підборі насіння ранніх зернових культур враховують агротехнічні та кліматичні властивості регіону відносно створення сприятливих умов для повного використання біологічного потенціалу того чи іншого сорту. А також враховують стійкість сорту ранніх зернових культур до хвороб, посухи та шкідників.

Операційну технологію сівби ранніх зернових культур необхідно проводити насіннєвим матеріалом першого класу, при цьому чистота насіння повинна бути на менше 99%; насіннєва схожість - не нижче 95%; сила росту повинна перевищувати 80%.

Низька схожість насіння, нерівномірність інтенсивності росту, навіть при забезпеченні збільшеної норми висіву, та забезпеченні інших сприятливих умов не дасть в кінцевому результаті очікуваного урожаю та якісного зерна.

Перед виконанням сівби насіння ранніх зернових культур, виконується обов'язкова операція протруювання. Таким чином запобігається розвиток багатьох хвороб зернових культур та пошкоджень насіння шкідниками на ранніх стадіях їхнього розвитку. Безпосередньо технологічну операцію протруювання насіння виконують за допомогою протруювачів ПСШ-5, ПС-10А, ПК-20, Мобитокс-С.

При виконанні операційної технології сівби ранніх зернових культур, як правило, використовується рядковий (міжряддя 15см) або вузькорядний спосіб сівби (міжряддя 7,5см). під час висіву насіння у ґрунт рекомендовано внесення мінеральних добрив близько 150кг/га.

Норми висіву насіння ранніх зернових культур встановлює агрономічна служба сільськогосподарського підприємства. Так, наприклад, для ярого ячменю вони становлять 4000000...4500000 схожих насінин на гектар площі поля (170....180кг/га).

Сівбу зернових культур можливо виконувати широковідомими зерновими сівалками СЗ-3,6А, СЗУ-3,6, СЗПЦ-12, СЗ-5,4, СЗ-10,8. Але в останній час в Україні, особливо у середніх та великих аграрних підприємствах, набули широкого вжитку закордонні моделі, такі як: Solitair 8; Solitair 9; Solitair 12; із шириною захвату від 3 до 12 м. Також сівалки тридискові AUROCK 6000 RC

шириною 6 м; Horsch Focus 6 TD; Väderstad Spirit 600-900C; комплекс TERRASEM від PÖTTINGE; KASI (для технологій No-Till); Green Plains 1500.

Якщо вирощування ранніх зернових культур відбувається в агрокліматичних зонах з недостатнім зволоженням, та з урахуванням кліматичних змін, наслідком яких є підвищення температур у літку, то такі технологічні операції як коткування, боронування, системний захист рослин набувають додаткової вагомості.

До появи сходів, відразу після проведення сівби, посіви зернових культур рекомендовано коткувати кільчасто-шпоровими катками ЗКШ-6 або кільчасто-зубчастими катками КЗК-10, ККН-10А.

Навесні чи початку літа, якщо має місце, після інтенсивних короткочасних опадів таке явище, як утворення поверхневої кірки, то з метою збереження продуктивної вологи необхідно проводити поверхневе рихлення. В такому випадку можливо використовувати легкі борони - ЗБП-0,6 або середні борони БЗСС-1,0 [21,25].

При проведенні технологічних операцій по захисту рослин від хвороб і шкідників шляхом обприскування, можливо використовувати обприскувачі штангового типу ОПШ-2000, ОПШ-15, ОПК-2000, ЕКО-2000-18ШПС ЕКО-2000-18П (причипні) або навісні обприскувачі ЕКО-800-12, ОМ-630-2 обприскувачами [21,25]. Також в останній час доцільно використовувати закордонні марки сучасних самохідних обприскувачів: PANTERA; Case IH Patriot; BERTHOUD BRUIN; HORSCH leeb PT 330; Condor; Stara Gladiador 2300; Jacto Uniport 4530; IBIS 3000.

Заключною операцією щодо виробництва зерна ранніх зернових культур є збиральна технологічна операція. До підготовчих операційних технологій зернового поля відносять проведення обкосів, розбивка поля на загінки, прокоси розвантажувальних смуг.

Щодо агротехнічних вимог до початку збиральних робіт, то найліпшим варіантом старту жнив є значення вологості зерна при повній стиглості 14-16%.

Агротехнічні терміни збиральних робіт в нашій зоні, як правило, не перевищують десять днів. Якщо аграрії у такі терміни не вкладаються, то

підвищується імовірність осипання стиглого зерна - збільшення втрат, при появі дощів також можливе проростання чи пошкодження зерна.

Якщо збиральне поле має велику кількість бур'янів, то такий врожай рекомендовано збирати з використанням роздільного комбайнування. Спочатку хлібну масу скошують у валки, потім, після підсушування валків, проводиться їх підбір та обмолочування зернозбиральними комбайнами.

Щодо використання роздільного способу збирання ранніх зернових культур, то можливо для скошування у валки використовувати причіпні жатки: ЖВП-6А та ЖВС-6 у агрегаті з тракторами тягового класу 1,4 кН.

Навісні жатки ЖВР-10А і ЖНС-6-12 можуть бути агрегатовані більш застарілими моделями зернозбиральних комбайнів типу СК-5М -1.

Висота стерні при скошуванні хлібної маси у валки залишається у межах 10 – 15 см. Така вимога необхідна для гарного просушування скошеного хлібостою.

Переважну частину хлібної маси обмолочують зернозбиральними комбайнами: СК-5М-1, КЗС-9-1 «Славутич», СКІФ-350 Дон-1500Б, Дон-2600, КЗС-1580Л вітчизняного виробництва та моделями закордонного виробництва: JOHN DEERE T-670, NEW HOLLAND CX 8080, MASSEV FERGUSON MF 7280; JOHN DEERE S 690, CLAAS LEXION 770 та ін. [11,25].

Щодо незернової частини врожаю, то переважаючими способами збирання соломи є її подрібнення після обмолоту зерна та рівномірне розкидання по площі поля з подальшою заробкою у ґрунт. В такому випадку подрібнена солома використовується як органічне добриво.

Іншим технологічним способом збирання соломи є її підбір після проходу зернозбирального комбайна без подрібнення пресування та утворення туків або рулонів з подальшим вивезенням з поля, як правило для забезпечення технологічних потреб у тваринництві.

Обмолочене зернозбиральними комбайнами зерно транспортується на наступний виробничий цикл та підрозділ виробництва – наприклад тік чи елеватор. В такому місці зерно доочищається, та, у разі необхідності, досушується до значення товарної вологості.

Для здійснення промислового очищення зерна використовують повітряно-решітні зерноочисні машини ОВП-20А, ОВС-25, або стаціонарні зерноочисні агрегати ЗАВ-25, ЗАВ-40, ЗАВ-50.

Операційну технологію сушіння зерна проводять з використанням зерносушильних комплексів КЗС-25Ш, КЗС-40, КЗС-50.

Після цього товарне зерно відправляється на переробку або зберігання.

1.2. Огляд основних систем машин для збирання зерна ранніх зернових культур

Сучасний технопарк зернозбиральних комбайнів відрізняється своєю різноманітністю та використовує сільськогосподарські комбайни як вітчизняного виробництва, так і виробництва провідних закордонних компаній.

Самим відомим виробником зернозбиральної техніки в Україні є Херсонський машинобудівний завод (ХМЗ). Останніми марками зернозбиральних комбайнів цього підприємства є загальновідомі «Скіф» та «Славутич» (додаток А) [17].

Імпортний парк зернозбиральної сільськогосподарської техніки досить різноманітний та обширний. Основними лідерами, що утворюють пропозицію на ринку є такі відомі фірми-виробники: Case IH, New Holland, John Deere, фірма CLAAS, корпорація AGCO - Challenger, Laverda, та інші.

Значна частина сільськогосподарської збиральної техніки, що постачається в Україну, була у вжитку, але при правильному технічному обслуговуванні може бути також ефективно використана.

Різні за виробничими напрямками та обсягами виробництва ранніх зернових культур, сільськогосподарські підприємства, потребують зернозбиральну техніку відповідної співставленої щодо впроваджених технологій продуктивності, конструкційних особливостей молотильно-сепарувальних агрегатів, основних технологічних параметрів очистки комбайнів та інших технічних та технологічних характеристик. [17].

Щодо домінуючих параметрів, то, за умови здійснення вибору сучасного зернозбирального комбайна, з одної сторони важливим є отримання досить високої продуктивності такої машини, а з іншої сторони не більш важливими характеристиками і показниками є витрати на використання, технічне обслуговування та ремонти зернозбиральної техніки.

Складні високотехнологічні машини мають, крім підвищеного рівня комфорту для механізаторів, ще й повне комп'ютерне контролювання параметрами технологічного процесу та автоматизоване управління основними технологічними процесами обмолоту зерна.

Але ,при цьому треба врахувати і наявність відповідного рівня технічного сервісу такої зернозбиральної техніки, проблеми з постачанням високоякісних запчастин та обладнання, вартість запчастин та технічного сервісу.

Тепер щодо технологічної конкретики по молотаркам зернозбиральної техніки.

Досить довгий виробничий досвід та практику мають більш поширені моделі зернозбиральних комбайнів з класичною тангенційною молотаркою (додаток Б). Така система обмолоту у наш час є більш простою та добре вивченою. Класична молотарка має в своїй основі барабанно-дековий молотильно-сепарувальних пристрій (МСП). Сепарація грубого вороху відбувається за рахунок використання загальновідомого каскадного клавішного соломотрясу. В останніх моделях таких зернозбиральних машин крім клавішного соломотрясу може бути використано роторно-клавішний, клавішний з різними активаторами соломосепаратор.

Альтернативним варіантом зі збільшеною продуктивністю молотильно-сепарувальної системи є зернозбиральні комбайни, побудовані на основі аксіально-роторної молотильно-сепарувальної системи (Додаток В).

Такі зернозбиральні комбайни суттєво відрізняються від машин з класичною молотаркою тим, що тангенційний молотильний барабан у сукупності з каскадним клавішним соломо сепаратором замінено на молотильно-сепарувальний ротор. Такий робот здійснює обертальний рух в підбарабаннях з циліндричною поверхнею.

Технологічний процес обмолоту та очищення зерна від пожнивних решток проходить за умови поступового переміщення листостеблової маси рослин вздовж осі обертання ротора молотарки в зазорах між таким ротором та циліндричними підбарабаннями.

Процес обмолоту у таких машин відбувається більше за рахунок перетирання технологічної листостеблової маси збіжжя. Зерно в такому випадку травмується утричі менше в порівнянні з класичною схемою обмолоту.

До головного недоліку таких молотильно-сепарувальних систем відносять збільшені затрати енергії щодо обмолоту зерна та закручування у так звані коси частину соломи, особливо з підвищеною вологістю. Останнє призводить до того, що у зернозбиральних комбайнів з аксіально-роторною молотильно-сепарувальною конструкцією спостерігається на 20...40% більше витрат палива в розрахунку на одну тону намолоченого зерна в порівнянні з класичними тангенційними молотарками.

Ще одним суттєвим недоліком аксіально-роторних молотильно-сепарувальних систем є їхня підвищена уразливість до потрапляння сторонніх предметів. Якщо листостеблова маса, що збирається з поля, має підвищений рівень вологи та забур'яненості, то продуктивність зернозбиральних роторних машин значно зменшується, паралельно при цьому зростають втрати за молотаркою.

Провідними виробниками роторних зернозбиральних машин є такі відомі фірми, як Case IH, New Holland, «Джон Дір» тощо. Треба справедливо зазначити, що роторна зернозбиральна техніка впевнено зайняла свою нішу в системі технічного забезпечення зернопродуктового підкомплексу при збиранні зерна кукурудзи, сої, соняшника, гороху та інших крупно зернових сільськогосподарських культур.

Конструкційні та технологічні рішення, що використовуються при побудові роторних зернозбиральних комбайнів, досить різноманітні. Якщо розглядами роторний аксіальний окремих модулів безпосередньо, то він містить по три-чотири лопаті, які слугують для захоплення хлібної маси, на виході з похилого планчастого транспортера.

По мірі просування листостеблової маси уздовж ротора по гвинтовій траєкторії спочатку, в передній частині ротора відбувається технологічний процес обмолоту зерна; а у задній частині ротора проходить технологічний процес сепарації зерна.

Порівняння недоліків та переваг як класичних, так і роторних молотарок, призвело до розробки та виробничого використання більш складних молотильно-сепарувальних систем зернозбиральних комбайнів комбінованого гібридного типу. Наприклад, обмолот зерна в таких машинах може бути виконано з застосуванням технологій класичної тангенційної барабанної молотарки, а сепарація грубого і мілкового вороху відбувається за рахунок використання аксіально-роторного соломосепаратора.

Прикладом застосовуваних моделей з гібридною схемою обмолоту зерна можуть бути комбайни фірми «Клаас» - марки Lexion 570, Lexion 580 I Lexion 600, Tiscano 470, Tiscano 480, Tiscano 570, фірми «Джон Дір» - С 670, фірми «Нью Холанд» - CS 6090, CSX 7080. (Додаток Д).

Розглянемо більш детально технологічні процеси, що відбуваються при обмолоті зерна зернозбиральними комбайнами з комбінованою молотильно-сепарувальною системою.

Яскравим представником таких машин є низка зернозбиральних комбайнів «Клаас». Гібридна система обмолоту і сепарації зерна таких машин має трибарабанний тангенційного типу модуль обмолоту зерна - APS, що поєднаний з спареним модулем аксіально-роторних сепараторів Roto Plus.

В такому випадку на підвищення продуктивності роботи сепараційної системи зернозбирального комбайна позитивно впливає суттєве прискорення потоку хлібної маси - до швидкості руху 3...20 м/с. Останнє створює фізичні умови до збільшення рівномірності при подачі листостеблової маси до робочих органів молотарки. Тут домінуючу роль відіграють відцентрові сили.

Серія зернозбиральних комбайнів Lexion в своїй конструкції містить два роторних сепаратора. Такі сепаратори мають зустрічний рух обертання. Швидкість обертання роторів обирається у залежності від типу обмолочуваної культури в діапазоні 350... 1010 хв-1.

Пропускна здатність таких комбайнів, за результатами випробувань

УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, може доходити до 20-30 кг/с хлібної маси.

Таким чином, під час здійснення усестороннього вивчення та аналізу параметрів молотильно-сепарувальних систем сучасних зернозбиральних комбайнів, особливу увагу необхідно приділяти головним технологічним показникам, а саме: номінальній продуктивності молотарки (кг/с), робочій продуктивності комбайна по зерну (т/год), рівню відносних втрат зерна, питомій витраті палива та ін..

Без визначення останніх характеристик неможливо об'єктивно обґрунтувати та співставити технологічні можливості пропонованих машин та одержати питомі (долучені до одиниці вимірювання роботи) показники технічного рівня.

2. МЕТОДИКА І ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методика розрахунку перспективних технологічних карт на виробництво зернових культур

Технологічна карта розробляється на кожну культуру окремо, на всю площу посіву.

Посівна площа проставляється в залежності від завдань, які ставлять розробники карти (типова карта, на поточний рік чи на перспективу). Технологічна карта на вирощування і збирання культури розробляється на одиницю чи усю площу посіву (в нашому випадку на 100 га).

Урожайність. Урожайність культури приймається з врахуванням прогресивної технології виробництва культури або береться з перспективних планів розвитку господарства. Вихід побічної продукції береться в процентному відношенні до основної продукції. Для розрахунків для біоорганічної технології приймаємо урожайність 4,5 т/га.

Попередники. Вибір попередника і наступної технології основного обробітку ґрунту здійснюється у відповідності з науково-обґрунтованою системою землеробства (порядком чергування культур у сівозміні). Якщо площа під культурою велика і попередників декілька, то і обробіток ґрунту повинен проводитися з врахуванням різних попередників і площ під ними. Ми приймаємо як попередник озиму пшеницю.

Норми. Норми внесення органічних, мінеральних і рідких добрив в цілому і в тому числі під основний обробіток, під час сівби і догляду за рослинами приймаються в залежності від попередника під запланований урожай з врахуванням наявності в ґрунті поживних речовин і запланованого врожаю, а норми висіву насіння приймаються для зони Лісостепу України.

Відстані. Відстані перевезення насіння, добрив, основної і побічної продукції приймаються у відповідності з планом землекористування господарства. В технологічній карті приймаємо середню відстань 5 км.

Перелік робіт. В перелік сільськогосподарських робіт технологічної

карти включають всі операції, які необхідно виконати для одержання кінцевої продукції, включаємо і роботи попереднього року, починаючи з обробітку поля після збирання попередника і закінчуючи збиранням і заготівлею основної і побічної продукції. В перелік робіт включаються не тільки механізовані роботи, а і кінно-ручні.

В зв'язку з великим обсягом одноманітних розрахунків технологічні карти доцільно складати за допомогою ПЕОМ за методикою, що наведена в [7,9].

Основні агротехнічні вимоги. Проставляють головні агротехнічні вимоги до кожної операції (глибина обробітку, норма внесення добрив, гербіцидів, допустимі втрати і т.д.).

Строки виконання робіт. Кожна операція повинна виконуватись в найбільш сприятливі агротехнічні строки. Проставляють середні строки для зони розташування господарства з врахуванням строків закінчення попередньої і початку наступної роботи. Тривалість виконання операції не повинна перевищувати агротехнічних вимог.

Кількість робочих днів. Кількість робочих днів обчислюється за такою формулою[12,13,14,26]:

$$D_p = D_k \cdot \alpha, \quad (2.1)$$

де D_p , D_k – відповідно, кількість робочих і календарних днів (різниця між терміном закінчення і початку операції); α – коефіцієнт використання календарного часу, який залежить від тривалості виконання робіт і сезону використання техніки [12,13,14,26].

Кількість змін. Кількість змін приймається в залежності від характеру роботи і тривалості світового дня. Тривалість зміни залежить від режиму роботи підприємства (7 чи 8,2 год.) і шкідливості операції. В напружені періоди в сільськогосподарському виробництві дозволяється подовжувати тривалість зміни до 10 годин з наступним відшкодуванням робочого часу. На шкідливих роботах (обробіток гербіцидами, отрутохімікатами і т.п.) тривалість зміни зменшується на одну годину.

Обсяг робіт. Обсяг робіт визначається посівною площею, кратністю обробітку, для транспортних і завантажувальних робіт валовим виходом основної або побічної продукції, кількістю перевезених вантажів і відстанню перевезень [12,13,14,26]

$$Q = k \cdot F; \quad (2.2)$$

$$Q_{\text{п}} = g \cdot F; \quad (2.3)$$

$$Q_{\text{т}} = Q_{\text{п}} \cdot S, \quad (2.4)$$

де Q , $Q_{\text{п}}$, $Q_{\text{т}}$ – відповідно, обсяг польових робіт (в га), завантажувальних робіт (у т), транспортних робіт (у тонно-кілометрах); k – кратність обробітку (дорівнює 1, 2 або 3); F – посівна площа, га; g – норма внесення добрив (висіву насіння), т/га; S – відстань перевезень, км.

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

Склад агрегату. Записується оптимальний склад агрегату (марка трактора, зчіпки, сільгоспмашини і їх кількість в агрегаті). В залежності від мети проекту вибирають критерій оптимізації агрегату і обчислюють його оптимальний склад. Агрегат може мати найбільшу продуктивність, чи найменшу витрату палива, чи найнижчу собівартість роботи. В будь-якому випадку в першу чергу агрегат повинен відповідати агротехнічним чи екологічним вимогам [12,13,14,26].

Норми виробітку і витрати палива. Норми виробітку і витрати палива вибираються в залежності від нормативної групи умов використання техніки по збірнику типових норм, або обчислюються аналітично. Для Полтавської області приймаємо умови роботи тракторних агрегатів по другій нормативній групі [12,13,14,26].

Кількість тракторів, комбайнів, сільгоспмашин, зчіпок. Кількість тракторів і комбайнів визначається за наведеною нижче формулою і

заокруглюється у більшу сторону:

$$N_{mp} = \frac{Q}{W_{зм}^н \cdot D_p \cdot K_{зм}}, \quad (2.5)$$

де Q – обсяг роботи, га, т, т·км; $W_{зм}^н$ – змінна норма виробітку, га, т, т·км за зміну; $K_{зм}$ – коефіцієнт змінності (відношення тривалості робочого дня до тривалості зміни).

У наведеному виразі знаменник представляє собою нормативний виробіток агрегату за агротехнічний строк.

Кількість зчіпок і сільгоспмашин обчислюється множенням розрахункової кількості тракторів на кількість машин у складі агрегату.

Для взаємозв'язаних технологічних процесів і потокових технологій (приготування і внесення добрив, збирання зернових, транспортування соломи і зерна), кількість обслуговуючих агрегатів визначається за кількістю основних агрегатів [12,13,14,26]:

$$n_d = \frac{n_0 \cdot W_0 \cdot T_0}{W_d \cdot T_d}, \quad (2.6)$$

де n_0 , n_d – відповідно, кількість основних і допоміжних агрегатів; W_0 , W_d – відповідно, продуктивність основного і допоміжного (обслуговуючого) агрегату, в гектарах (тонах, тонно-кілометрах) за годину (цикл); T_0 , T_d – відповідно, час роботи (циклу) основного і допоміжного агрегатів, г.

Потреба у паливі. Потреба у паливі (Π) визначається добутком норми витрати палива (g_n) на обсяг роботи:

$$\Pi = g_n \cdot Q. \quad (2.7)$$

На автомобільні перевезення витрата палива визначається в залежності від пробігу, перевезеного вантажу і кількості їздок з вантажем:

$$G_i = L g' / 100 + Q_T g'' / 100 + 0,25 Z, \quad (2.8)$$

де L – загальний пробіг, км; g' – лінійна витрата палива, л/100 км; g'' – норма витрати палива на 100 т·км транспортної роботи, л/100 т·км; Z – кількість їздок з вантажем для самоскидів.

Кількість механізаторів і допоміжних працівників. Кількість механізаторів (N_m) і допоміжних працівників (N_d) обчислюється множенням розрахункової кількості тракторів на кількість обслуговуючого персоналу у

складі агрегату. Дані по кількісному складу обслуговуючого персоналу агрегату беруться із технічних характеристик.

Витрата праці на одиницю роботи. Витрата праці на одиницю роботи розраховується виходячи із кількості основних і допоміжних робітників, тривалості часу зміни і змінної норми виробітку за формулою [12,13,14,26]:

$$h = \frac{(m_0 + m_B) \cdot T_{3M}}{W_{3M}^H}, \quad (2.9)$$

де h – затрати праці на одиницю роботи, г/га, г/т, г/т·км; m_0 , m_B – відповідно, кількість основних і допоміжних робітників, обслуговуючих агрегат; T_{3M} – тривалість часу зміни, год.

Витрати праці на весь обсяг роботи. Витрати праці на весь обсяг роботи визначаються за формулою:

$$H_{\text{заг.}} = h \times Q. \quad (2.10)$$

Експлуатаційні затрати. Експлуатаційні затрати обчислюються за такою формулою [12,13,14,26]:

$$S_e = Z + A + C_{\text{ПММ}} + C_{\text{рто}} + C_{\text{кр}} + C_{\text{стр}} + C_{\text{ох}} + C_{\text{д}}, \quad (2.11)$$

де Z – заробітна плата з нарахуваннями, грн.; A – амортизаційні відрахування, грн.; $C_{\text{ПММ}}$ – вартість паливно-мастильних матеріалів, грн.; $C_{\text{рто}}$ – відрахування на ремонт і технічне обслуговування, грн.; $C_{\text{кр}}$ – плата за кредит, грн.; $C_{\text{стр}}$ – плата за страхування, грн.; $C_{\text{ох}}$ – плата за охорону, грн.; $C_{\text{д}}$ – додаткові витрати, грн.

Заробітна плата. Заробітну плату на виконання окремої роботи обчислюють за таким виразом:

$$Z = \frac{(m_M T_M + m_D T_D) \cdot Q \cdot T_{3M} \cdot K_H}{W_{3M}^H}, \quad (2.12)$$

де T_M , T_D – годинна тарифна ставка механізатора і допоміжного працівника, відповідно, грн/год; K_H – коефіцієнт, який враховує доплати за кваліфікацію, якість продукції, відпускні, соціальне страхування тощо ($K_H = 1,375$ [12,13,14,26]);

Амортизаційні відрахування. Амортизаційні відрахування обчислюються за формулою [12,13,14,26]

$$A = \frac{\left(\frac{B_m a_m}{T_m} + \frac{B_{зч} a_{зч}}{T_{зч}} + \frac{B_M a_M N_M}{T_M}\right) \cdot Q \cdot T_{зч}}{100 \cdot W_{зч}^H}, \quad (2.13)$$

де $B_T, B_{зч}, B_M$ – відповідно, балансова вартість трактора, зчіпки, с.-г. машини, грн.; $a_T, a_{зч}, a_M$ – відповідно, процент відрахувань на амортизацію трактора, зчіпки, с.-г. машини; $T_T, T_{зч}, T_M$ – річне завантаження трактора, зчіпки, с.-г. машини, відповідно, год.; N_M – кількість сільгоспмашин в агрегаті.

Відрахування на ремонт і технічне обслуговування агрегату. Відрахування на ремонт і технічне обслуговування обчислюються за формулою, подібною формулі (2.13), тільки замість процентів амортизації підставляються проценти відрахувань на ремонт і технічне обслуговування відповідних тракторів, зчіпок і сільськогосподарських машин [12,13,14,26]:

$$C_{рто} = \frac{\left(\frac{B_m a_{рто.м}}{T_m} + \frac{B_{зч} a_{рто.зч}}{T_{зч}} + \frac{B_M a_{рто.м} N_M}{T_M}\right) \cdot Q \cdot T_{зч}}{100 \cdot W_{зч}^H}. \quad (2.14)$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів. Вартість паливно-мастильних матеріалів обчислюється так:

$$C_{пмм} = g_H \cdot Q \cdot Ц, \quad (2.15)$$

де $Ц$ – комплексна ціна пального (з врахуванням витрат масел і мастил), грн./л.

Затрати на погашення кредиту. Затрати на погашення кредиту (за умови придбання цієї машини за кредитні кошти) обчислюються в процентах нарахувань на річну суму погашення кредиту:

$$C_{кр} = \frac{S_{кр} \cdot K_{б}}{100 \cdot T_{кр}}, \quad (2.16)$$

де $S_{кр}$ – сума кредиту, грн; $K_{б}$ – процентна ставка на кредит, %; $T_{кр}$ – термін погашення кредиту в роках.

Затрати на страхування. Затрати на страхування машини обчислюються лише для машин, які застраховані в установленому порядку.

Затрати на збереження. Затрати на збереження включають фактичні витрати на охорону машини. Плату за кредит, страхування і охорону машин ми не враховуємо.

Додаткові витрати. Додаткові витрати (підвезення палива, шпагат та інше) можна прийняти в розмірі 5% від суми витрат на ремонт і технічне обслуговування:

$$S_{\text{дод}} = 0,05 \cdot C_{\text{рто}}. \quad (2.17)$$

Виробіток в умовних еталонних гектарах. Коефіцієнти переведення в умовні еталонні трактори ($\lambda_{\text{ум}}$) вибираються із довідкової літератури, а виробіток в умовних еталонних гектарах (Ω_i) підраховується за таким виразом:

$$\Omega_i = \frac{Q_i \cdot T_{\text{ЗМ}} \cdot \lambda_{\text{у}}}{W_{\text{ЗМ}}^{\text{H}}}. \quad (2.18)$$

При погодинній оплаті праці обсяг робіт проставляється в годинах, а замість норми виробітку ставиться нормативна тривалість часу зміни (6,7 чи 8,2 год.).

Загальні і середні показники. В нижній частині технологічної карти підраховується сумарна кількість палива, затрати праці, обсяг роботи в умовних гектарах і прямі експлуатаційні витрати, а також обчислюються середні показники ефективності вирощування і збирання культури: витрата палива ($g_{\text{га.ср.}}$), витрати праці ($h_{\text{ср.}}$), прямі експлуатаційні витрати ($C_{\text{га.ср.}}$) в розрахунку на гектар площі чи на тону виробленої продукції, щільність механізованих робіт (Щ) [12,13,14,26]:

витрата палива на гектар площі[12,13,14,26]:

$$g_{\text{га.ср.}} = \frac{\sum P_i}{F}. \quad (2.19)$$

Витрата палива на тону продукції:

$$g_{\text{т.ср.}} = \frac{\sum P_i}{F \cdot U}. \quad (2.20)$$

Затрати праці на гектар площі:

$$h_{\text{га.ср.}} = \frac{\sum H_i}{F}. \quad (2.21)$$

Затрати праці на тону продукції:

$$h_{\text{т.ср.}} = \frac{\sum H_i}{F \cdot U}. \quad (2.22)$$

Експлуатаційні затрати на гектар площі:

$$C_{\text{га. ср.}} = \frac{\Sigma Se}{F}. \quad (2.23)$$

Експлуатаційні затрати на одиницю продукції:

$$C_{\text{т. ср.}} = \frac{\Sigma Se}{F \cdot U}. \quad (2.24)$$

Щільність механізованих робіт – відношення обсягу механізованих робіт в умовних еталонних гектарах Ω до посівної площі F :

$$\text{Щ} = \frac{\sum_{i=1}^{\kappa} \Omega_i}{F}. \quad (2.25)$$

Якщо до прямих експлуатаційних витрат додати вартість добрив, насіння, гербіцидів і отрутохімікатів, отримаємо виробничі затрати, на основі яких можна підрахувати собівартість і рентабельність виробництва даної культури.

2.2. Методика розрахунку енергозатрат при проектуванні операційних технологій по вирощуванню та збиранню зернових культур

Визначення затрат енергії основними засобами. Енергія, що переноситься i -тим, основним засобом виробництва на продукт праці (МДж/га) визначається по формулі[12,13,14,26]:

$$E_{I_{os}} = M \cdot T \cdot \varepsilon_{i_{os}}, \quad (2.26)$$

де: M - маса машини, кг; T - затрати часу на виконання об'єму робіт на одному гектарі, год/га; $\varepsilon_{i_{os}}$ - енергетичний еквівалент - питомі затрати енергії, перенесені i -тим основним засобом на продукт виробництва, МДж/кг.год.

Розрахунки проводимо по всьому технологічному циклу, згідно технологічної карти. Розрахунки робимо окремо по трактору і по кожній сільськогосподарській машині, якщо вони в агрегаті різні.

Визначення затрат енергії оборотними засобами. Затрати сукупної енергії по всіх операціях технологічної карти складаються, що і складає загальні затрати сукупної енергії, що переноситься основними засобами виробництва на предмет праці по технології на площі один гектар.

Затрати сукупної енергії від використання оборотних засобів визначаються з урахуванням їх витрат на один гектар згідно прийнятої технології та нормативів по формулі[12,13,14,26]:

$$E_{I_{об}} = K \cdot \varepsilon_{i_{об}}, \quad (2.27)$$

де $E_{I_{об}}$ - сукупна енергія, перенесена на продукт праці i -тим оборотним засобом, МДж/га; K - кількість i -того оборотного засобу, що витрачена в технологічному процесі вирощування культури, кг/га; $\varepsilon_{i_{об}}$ - енергетичний еквівалент i -того оборотного засобу (енергетична цінність i -того оборотного засобу, МДж/кг).

Оборотні засоби включають насіння, добрива, засоби захисту рослин, паливо, електроенергію і ін. Загальні затрати сукупної енергії оборотних засобів визначаються додаванням до окремо взятих оборотних засобах згідно технології.

Для визначення витрат пального $Z_{п}$ користуємося формулою[12,13,14,26]:

$$Z_{п} = T \cdot N_{дв} \cdot g, \quad (2.28)$$

де T – затрати часу на виконання роботи, год/га; $N_{дв}$ – номінальна потужність двигуна, кВт; g – питома витрата пального, кг/кВт·год.

Питоми витрати пального визначаємо згідно типових норм виробітку і витрат пального на сільськогосподарські механізовані роботи. Витрати пального по технології вирощування культури визначаємо як підсумок витрат пального всіма марками машин по операціях і заносимо у таблицю 3.2.

Розрахунок витрат електроенергії виконуємо по формулі[12,13,14,26]:

$$E_E = T \cdot N_{ед}, \quad (2.29)$$

де: E_E - енергія спожита електродвигуном при виконанні роботи, кВт • год/га; T – затрати часу на виконання роботи, год/га; $N_{ед}$ – потужність електродвигуна, кВт.

Визначення затрат сукупної енергії затраченої трудовими ресурсами

Розрахунки сукупної енергії, витраченої трудовими ресурсами виконуємо по формулі[12,13,14,26]:

$$E_{i_{mp}} = T \cdot \varepsilon_{i_{mp}}, \quad (2.30)$$

де: $E_{i_{mp}}$ - заграти сукупної енергії трудовими ресурсами по i -й операції, МДж/га;
 T - затрати часу на виконання роботи, год/га; $\varepsilon_{i_{mp}}$ - енергетичний еквівалент трудових ресурсів, згідно професії (додаток А3), МДж/год

Назви професій виконавців робіт визначаємо з технологічної карти, згідно шифрів робіт, а енергетичні еквіваленти на основі довідкових даних. При розрахунку враховуємо затрати праці на технічне обслуговування та ремонт сільськогосподарської техніки. Вони складають 25 % від загальних затрат праці комбайнерів, трактористів, шоферів і операторів, а затрати на управління технологічними процесами (агрономічна і інженерна служби) складають 12 % від загальної суми прямих затрат праці.

В формалізованому вигляді загальна сукупна енергія трудових ресурсів з урахуванням затрат праці на технічне обслуговування і ремонт сільськогосподарської техніки та затрати агрономічної і інженерної праці, визначаємо за формулою[12,13,14,26]:

$$E_{mp} = \sum \varepsilon_{i_{mp}} + 0,37(\sum \varepsilon_{i_{mp}}) \quad (2.31)$$

де: E_{mp} - загальна сукупна енергія трудових ресурсів по технології, МДж/га;
 $\sum \varepsilon_{i_{mp}}$ - сукупна енергія, затрачена трактористами, комбайнерами, шоферами, операторами по технології, МДж/га; $0,37 \cdot (\sum \varepsilon_{i_{mp}})$ - сукупна енергія, витрачена на технічне обслуговування і ремонт сільськогосподарської техніки та управління технологічними процесами, МДж/га, що складає 37% від сукупної енергії, затраченої трактористами, комбайнерами, шоферами, операторами.

2.3. Ідентифікація факторів впливу і забезпечення якості польових робіт

Для покращення якості виконання операційних технологій в системах виробництва ранніх зернових культур треба враховувати не тільки склад і комплектування МТА, але й технічну культуру виконання таких робіт.

Наприклад, при виконанні передпосівної культивуації трактором К-701 в агрегаті з культиваторами КПС-4 найбільше значення мають

наступні показники якості виконання роботи: стабільність глибини і підрізання бур'янів. На показник стабільності глибини найбільший вплив мають наступні фактори [26]:

➤ стан робочих органів (для покращення заточити, а при необхідності замінити лапи, товщина різальної кромки – не більше 0,5 мм, а кут заточування повинен складати $15 \pm 1^\circ$ від робочої поверхні)

➤ установка h (для покращення встановити на регульовальному майданчику відповідну для даної операції (2,5...4 см) глибини обробітку ґрунту, допустимі відхилення від заданої глибини обробітку повинні не перевищувати ± 1 см) [34]

➤ недостатній нажим підпружинених штанг (для покращення переставити упори на одне положення вверх по штанзі, також може бути недостатній нажим із сторони рами культиватора, для цього потрібно виконати наступні операції: підняти опорні колеса (на 1 оберт гвинта – 1 см), перестановкою причіпної серги в понижувачі зчіпки, або подовженням верхньої тяги трактора)

➤ різна глибина ходу лап (для покращення змінити довжини тяги навіски трактора або перестановка причіпного вуха, для агрегування з трактором – в нижнє положення, а із зчіпкою – в верхнє, при нерівномірності ходу робочих органів приблизно на 35 % знижується якість культивації, а в цьому випадку і всієї технології вирощування ц. буряка)

➤ мілка обробка боронами (для покращення виконують перестановку борін скосом зубів назад, що при роботі заглиблює борони в ґрунт).

На показник підрізання бур'янів максимальний вплив мають слідуєчі фактори:

➤ стан робочих органів (для покращення заточити лапи, а при необхідності замінити на нові, але потрібно дотримуватися відповідності технічної наладки машини: товщина різальної кромки лап – не більше 0,5 мм, кут заточування леза – $15 \pm 1^\circ$ від робочої поверхні, а також

товщина наплавки леза не повинна перевищувати 0,4 мм з тильної сторони)

- не правильне розміщення лап (для покращення розмістити лапи у відповідності зі схемами розміщення робочих органів)
- згин стоек (потрібно постійно контролювати прямолінійність стоек, якщо стойки зігнуті, то їх потрібно або вирівнювати, або замінити на нові)

При виконанні посіву ранніх зернових культур трактором МТЗ-1661 з сівалкою СЗ-5,4 найбільше значення мають наступні показники якості виконання роботи: стабільність висіву, стабільність висоти загортання і показник пошкодження насіння. На показник стабільності висіву найбільший вплив мають наступні фактори:

- встановлення потрібної норми висіву насіння (потрібно правильно встановити передаточне відношення, а також відповідність висівних катушок, для цього потрібно встановити і перевірити норму висіву насіння)
- якість насіння (для покращення потрібно слідкувати за якістю насіння, що висівається, а також за тим щоб насіння було однієї фракції, а також відсутність у ньому різних сторонніх предметів, чи грудочок землі)
- швидкість руху (для покращення потрібно виконувати сівбу із агро технічно допустимою швидкістю руху, оскільки при перевищенні допустимої швидкості руху певна кількість насіння може знаходитися на поверхні, або не буде дотримання потрібної відстані між висіяними рослинами)
- використовувати сухе насіння (потрібно висівати насіння вологість якого не перевищує 14,5 %, при використанні вологого насіння воно буде гірше висіватися, збиватися у комки, а також зниження якості ТО).

На показник стабільності h загортання впливають наступні фактори:

- регулювання глибини (для покращення потрібно відрегулювати сівалку на відповідну глибину висіву насіння 5...6 см)
- необхідність висоти бугорків (для покращення потрібно змінити кут атаки крил)

➤ наявність і стан напрямків (потрібно виконувати сівбу під кутом до попереднього обробітку ґрунту)

На показник пошкодження насіння впливають наступні фактори:

➤ великий зазор між роликком і відбивачем (для покращення потрібно відрегулювати зазор між роликком і відбивачем, щоб насіння не потрапляло в щілину і не розминалося)

➤ знос виштовхувача (якщо виштовхувач зношений, то його потрібно замінити на новий)

➤ також потрібно слідкувати за тим, щоб втулка на висівному диску була у відмінному стані, бо при її зносі диск може перекошувати, що негативно впливає на висів насіння, а також насіння може пошкоджуватися.

Важливе значення при роботі машинно-тракторних агрегатів мають фактори якості технологічних операцій. Вони класифікуються наступним чином [26]:

1. природні:

- ґрунто-кліматичні
- погодні умови
- варіативність умов
- властивості ґрунту
- властивості рослин
- рельєф поля

2. технічні:

- експлуатаційні властивості машин
- технічний стан
- надійність роботи
- засоби наладки і контролю
- ресурс робочих органів

3. технологічні:

- рівень технології
- дотримання технології
- технологічна наладка
- режими роботи МТА

- правила виконання робіт
4. організація управління:
- проектування і планування робіт
 - підготовка і проведення робіт
 - майстерність оператора
 - адаптивність управління
 - інформаційне забезпечення
 - форми організації і оплати праці
 - пристосування до перешкод

Важливе значення при проектуванні технологічного процесу має завчасне попередження і усунення, чи обмеження, можливого негативного впливу від різноманітних втрат.

На початковому етапі слід визначити умови за яких можлива невизначеність та випадковості, і охарактеризувати можливі загрози, згрупувавши їх за наступними видами: обмеження, перешкоди, недоліки, ризики.

В свою чергу загрози і втрати можна згрупувати за наступними критеріями:

- загрози керовані і збудені (зовнішні і внутрішні фактори, які впливають на технологічний процес);
- стиль і адаптація управління (швидкість реагування управлінської системи на зміни умов технологічного процесу і середовища, стилі управління – демократичний, тоталітарний тощо);
- матеріально-фінансові обмеження (забезпеченість паливно-мастильними матеріалами, посадковим матеріалом, запчастинами тощо);
- природнокліматичні умови (річний обсяг опадів, значення середньодобових температур, заморозки і т.д.);
- соціально-економічні фактори (заробітна плата робітників, умови праці, премії, інші доплати тощо);
- технологічні фактори (своєчасність, якість, тривалість роботи і кількість робочих днів)

Після визначення невизначеностей і випадковостей проводиться

кількісна оцінка втрат за наступними показниками [12,13,26,27,28]:

➤ Своєчасність:

$$K_{cvi} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta\Omega \cdot \Delta D}{\Omega_n \cdot D_n}} \quad (1.1)$$

$$\Delta\Omega = \Omega - \Omega_n, \quad \Delta D = D - D_n \quad (1.2)$$

Із цього слідує, що:

$$K_{cvi} = D_1^n \cdot K_{cvi}$$

$$K_{cv} = 1 \text{ при } \Delta\Omega \text{ і } \Delta D = 0$$

➤ Якість:

$$K_{яi} = \sum \lambda_i \cdot P_i$$

$$K_{я} \rightarrow 1 \text{ при } P \rightarrow 1$$

Із цього слідує, що:

$$K_{я} = D_1^n \cdot K_{яi}$$

$$P \geq 0,85$$

➤ Втрати:

$$K_{e1} \in K_{cvi} \cdot K_{я1}$$

$$\Delta U = (1 - K_B) \cdot 100$$

$$U_B = U_{\Pi} - (U_{\Pi} \cdot K_B)$$

$$ВП_B = U_B \cdot F \cdot U$$

Із цього слідує, що:

$$K_e = K \cdot D_1^n \cdot K_{vi}$$

➤ Ефективності управління:

$$K_{e.y.} = \frac{ВП_{\phi}}{ВП_n} \quad (1.3.)$$

Надмірно високий ступінь розораності земель, суперечності інтенсифікації і механізації виробництва значною мірою спричинюють наростання екологічної напруженості.

Негативний вплив машинних агрегатів на екосистему виявляється

через споживання не поновлюваних ресурсів.

Використання енергонасичених технологій викликає шкідливі наслідки, тобто підвищення потужності і маси, продуктивності, швидкості виконання робіт, збільшення виробництва негативно впливає на екологічний стан в рослинництві.

Так машинні технології призводять до:

- Ущільнення ґрунту; буває як поверхневим – залежить від тиску ходових систем тракторів і с.-г. машин, так і залишковим, у підорному шарі ґрунту, досягає глибини більше 1 м – залежить від маси машин і знижує рівень накопичення вологи та розвитку кореневої системи рослин.
- Ерозії ґрунту;
- Винесення гумусу; залежить від культури та технології її вирощування;
- Хімічного забруднення середовища і продукції; внаслідок не виконання свого призначення засобами хімізації.

Тому актуальним і необхідним стає впровадження і розробка енерго- і ресурсозберігаючих, природоохоронних технологій, встановлення кількісних взаємопов'язаних показників рівня ресурсомісткості та шкідливих наслідків.

Для цього пропонується система енергетичної оцінки технології, яка базується на тому, що будь-який матеріальний об'єкт (техніка, паливо, будівлі, с.-г. продукція) містить певну кількість енергії, як прямої так і витраченої на її виробництво, а також кожну дію корисну чи шкідливу можна оцінити через витрату сумарної енергії. Для об'єктивної оцінки виробничих затрат проводяться виміри всіх витратних і прохідних статей технології в єдиних енергетичних одиницях. Це досягається визначенням всіх затрат виробництва продукції у вигляді сукупної енергії на основі і оборотні засоби виробництва та трудові ресурси на основі прийнятих енергетичних еквівалентів, згідно переліку ТО,МТА та кількості витрачених технологічних матеріалів.

При подальшому використанні факторів шкідливого впливу при оцінці екологічності технологічних операцій (механізованих робіт) вплив головних з них також переводиться в енергетичні одиниці.

Ущільнення ґрунту можливо розрахувати за формулою[12,26,27,28]:

$$A = P \cdot L = 10^{-4} \cdot (\eta_v \cdot f_m \cdot G_m + \sum f_m \cdot G_m) / B_p \quad (1.4)$$

де: P – сила опору кочення, Н, L – пройдений шлях, м/га, $\eta_v = 0,90 \dots 0,98$ – коефіцієнт втрат ходової частини, $f_T = 0,91 \dots 0,97$ – коефіцієнт опору кочення трактора, який залежить від опору кочення та маси машини, $f_M = 0,10 \dots 0,44$ – коефіцієнт опору машини і зчипки, G – маса, Н, B_p – захват агрегату, м.

Втрати гумусу:

$$E_g = \alpha \cdot \beta \cdot M \quad (1.5)$$

де: $\alpha = 20$ МДж/кг – енергетичний еквівалент гумусу,
 $\beta = 0,05 \dots 0,15$ – коефіцієнт вмісту гумусу, залежить від типу і глибини обробітку ґрунту, виду робочих органів та технології обробітку ґрунту,

Шкідлива дія хімікатів:

$$A_x = \psi \cdot (H_x / m) \cdot \varphi_v \cdot T, \quad (1.5)$$

де: $\psi = 50 \dots 200$ – активність хімікатів, МДж/моль·год

$H_x = 1 \dots 10$ – норма внесення діючої рідини, кг/га

$m = 5 \dots 10$ – маса 1 моля субстанції, кг/моль

$T = 5 \dots 30$ – час розкладу хімікатів, год

φ_v – коефіцієнт непродуктивної витрати хімікатів.

Сумарний вплив шкідливих наслідків[12,13,26,27,28]:

$$E_{su} = A + E_g + A_x, \quad (1.6)$$

Оцінка екологічних властивостей машин є необхідною складовою при обґрунтуванні складу МТА, удосконаленні технологічних засобів та технологічних систем. Виділяють найважливіші напрямки розвитку МА і механізованих процесів:

- Зниження сукупного енерговмісту МТА і технологічних операцій за рахунок впровадження ресурсоощадних прийомів і процесів;
- Зниження рівня ущільнення ґрунтів, як зменшенням тиску МА на ґрунт і збільшення їх ширини захвату так і впровадженням нових технологій обробітку землі;

➤ Раціональне поєднання різних способів забруднення середовища хімічними препаратами.

Оцінка технології зводиться до визначення сумарних показників по вирощуванню зернових культур.

Таким чином, якість – як характеристика ступеня досягнення фактичних показників запланованих значень є одним із основних критеріїв оцінки ефективності сучасних механізованих систем вирощування та збирання зерна ранніх зернових культур.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Результати теоретичних досліджень

На основі викладеного в попередніх пунктах технологічної частини магістерської роботи та за допомогою прикладного програмного забезпечення, що розроблено доц., к.т.н. В. Н. Дзюбою, ми отримали підсумкові результати розрахунків п'ятдесяти чотирьох варіантів технології вирощування та збирання зернових культур на прикладі озимої пшениці. Результати підсумкових показників розрахунків подано в додатку 3.

При виборі комплексу машин та обладнання щодо виробництва зернових культур критеріями оптимізації були:

A1 – машинно-тракторні агрегати, обрані за умови отримання максимально-можливої продуктивності;

A2- машинно-тракторні агрегати, обрані за умови отримання мінімально-можливої витрати палива;

A3 - машинно-тракторні агрегати, обрані за умови отримання мінімально можливої собівартості виробництва;

A4 - машинно-тракторні агрегати, обрані за умови отримання мінімально можливих капіталовкладень;

A5 - машинно-тракторні агрегати, обрані за умови отримання мінімально можливих приведених витрат;

A6 - машинно-тракторні агрегати, обрані за умови отримання мінімально можливого шкідливого впливу на навколишнє середовище (екологічність виробництва).

При цьому очікувана урожайність озимої пшениці є імовірнісна величина що має значення: 0,1 т/га, 0,5т/га, 1,0т/га, 1,5т/га, 2,0т/га, 2,5т/га, 3,0т/га, 3,5т/га, 4,0т/га. Прогнозована імовірність очікуваної урожайності у сумі дорівнює одиниці та має дев'ять значень: 0,2; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1.

Тобто при прийнятті рішення про застосування того чи іншого комплексу машин та обладнання для вирощування та збирання озимої пшениці враховано, що очікувана урожайність – це імовірна величина.

В основі такої математичної моделі є припущення, що відомі імовірності настання можливих станів зовнішнього середовища (P_j). Обов'язкова вимога

$$\sum_{j=1}^n P_j = 1$$

[8,9]. Функціоналом значень станів системи середовища оберемо сукупні енергетичні витрати на вирощування та збирання ранніх зернових культур. Тоді мінімально обґрунтовані енергетичні витрати з максимально можливою урожайністю дадуть очікуваний результат.

Для вибору оптимального рішення в ситуації ризику користуються правилом Байєса (критерій математичного сподівання), критерієм середнього значення і стандартного відхилення, критеріями Байєса, Лапласа, Гурвіца.[8,9]).

Якщо критерії свідчать про необхідність прийняти одне й те ж рішення, то це підтверджує його оптимальність. У випадку вказівки на різні рішення, пріоритет варто віддати тому з них, у якого більше математичне сподівання. У ситуації ризику він є основним.

Складаємо платіжну матрицю – результати подано в табл. (Додаток 3).

Для застосування критеріїв обґрунтування рішення в системі управління МТП, потрібно визначити, якому комплексу машин та обладнання (якій технології) надати перевагу, щоб отримати найбільшу рентабельність виробництва за умов невизначеності та ризику планової урожайності озимої пшениці. Рішення залежить від розподілу імовірності щодо планової урожайності досліджуваної культури, припускаємо, що вона може бути дев'яти варіантів: $S_1=0,1\text{т/га}$; $S_2=0,5\text{т/га}$; $S_3=1,0\text{т/га}$; $S_4=1,5\text{т/га}$; $S_5=2,0\text{т/га}$; $S_6=2,5\text{т/га}$; $S_7=3,0\text{т/га}$; $S_8=3,5\text{т/га}$ та $S_9=4,0\text{т/га}$. Є можливими шість варіантів застосування комплексів машин у технологіях по вирощуванню та збиранню зерна ранніх зернових культур підприємством: A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , A_5 та A_6 (описані вище). Кожній парі, що залежить від стану середовища — S_j та варіанту рішення — A_i відповідає значення функціоналу оцінювання (рентабельність виробництва) — $V(A_i, S_j)$, що характеризує результат дій.

Потрібно знайти оптимальну альтернативу у застосуванні технологій з точки зору максимізації рентабельності за допомогою критеріїв Байєса за умов

відомих ймовірностей станів, Лапласа та за умов повної невизначеності і Гурвіца із коефіцієнтом оптимізму 0,6, а також інших критеріїв – правила «максімакс», критерію Вальда, Севіджа.

Функціоналом оцінювання будуть питомі енергетичні витрати на 1 га (ГДж/га) виробництва даної культури. В такому випадку стратегія рішення - мінімізація сукупних енерговитрат. Тобто задача буде вирішуватись для від'ємного інгредієнта – вирішення задачі на мінімум.

Оптимальна альтернатива за *критерієм Байєса* знаходиться за формулами [9] (задача вирішується на мінімум):

$$\text{Для } F^- \quad A_i^* = \min_i \{V(A_i, S_j) * P_j\} \quad (2.32)$$

Ми знаходимо оптимальну альтернативу вибору технології з точки зору мінімізації питомих (у розрахунку на 1 га ріллі) енерговитрат, тобто функціонал оцінювання має від'ємний інгредієнт — F^- і будемо використовувати відповідні формули (розрахунки представлено в додатку І.

За критерієм Байєса оптимальним буде альтернативне рішення А2 – технологія вирощування і збирання озимої пшениці, де комплекс машин підібраний за умови мінімізації витрати палива; найближча альтернатива - технологія А6 – комплекс машин підібраний за умов мінімізації шкідливого впливу на навколишнє середовище (екологічність системи) [19].

Критерій Лапласа характеризується невідомим розподілом ймовірностей на множині станів середовища і базується на принципі «недостатнього обґрунтування», який означає: якщо немає даних для того, щоб вважати один із станів середовища більш ймовірним, то ймовірності станів середовища треба вважати рівними. Оптимальна альтернатива за критерієм Лапласа знаходиться за формулою [9]:

$$\text{Для } F^- \quad A_i^* = \min_i \left\{ 1/n \sum_{j=1}^n V(A_i, S_j) \right\} \quad (2.33)$$

Використовуючи це правило, необхідно зробити наступне: якщо задача вирішується на мінімум, то визначають мінімальні значення для кожного рядка і вибирають найменше з них (додаток К).

I за критерієм Лапласа оптимальним буде альтернативне рішення A2 та A6

За правилом «максімакс» (мінімум - мінімум) оптимальним буде альтернативне рішення A2-технологія вирощування та збирання озимої пшениці, де комплекс машин підібраний за умови мінімально-можливої витрати палива.

Найближча оптимальна альтернатива A3 – технологія виробництва зерна пшениці з мінімально можливою собівартістю.(додаток Л).

Критерій Вальда (Додаток М) вважається самим обережним із критеріїв.

Оптимальне альтернативне рішення за критерієм Вальда знаходиться за формулою[9]:

$$\text{Для } F^- \quad A_i^* = \min_i \max_j \{V(A_i, S_j)\} \quad (2.34)$$

За критерієм Вальда оптимальним буде також альтернатива A2 – варіант технології з комплексом машин та обладнання, що обраний по можливості мінімізації витрати палива. Найближча альтернатива варіант технології A6, де машинно-тракторні агрегати обрані за умови мінімізації шкідливого впливу на навколишнє середовище (табл.2.6).

Для того, щоб застосувати критерій Севіджа, потрібно побудувати матрицю ризику (табл..2.7.) як лінійне перетворення функціоналу оцінювання.

Для побудови матриці ризику використовують таку формулу [9]:

$$\text{Для } F^- \quad R_{ij}^* = V(A_i S_j) - \min_i \{V(A_i, S_j)\} \quad (2.35)$$

Матрицю ризику побудуємо в табл.2.8

Тепер можна застосувати **критерій Севіджа** до матриці ризику за формулою [9]:

$$A_i^* = \min_i \max_j \{R_{ij}\} \quad (2.36)$$

мінімально можливою витратою палива. Найближчі альтернативи: A3 – комплекс машин з мінімально можливою виробничою собівартістю та A6 – комплекс машин, обраний за умов кращої екологічності.

Критерій Гурвіца дозволяє встановити баланс між випадками крайнього

оптимізму і випадками крайнього песимізму за допомогою коефіцієнта оптимізму α . Коефіцієнт α визначається від нуля до одиниці та показує ступінь схильностей людини, що приймає рішення, до оптимізму або песимізму. Якщо $\alpha=1$, то це свідчить про крайній оптимізм, якщо $\alpha=0$ - крайній песимізм. За умов задачі приймаємо $\alpha=0,6$ – особа, що приймає рішення, більше схильна до ризику, чим до без ризикової стратегії виробництва [9]. Оптимальна альтернатива за критерієм Гурвіца знаходиться за формулою [9]:

$$\text{Для } F^- \quad A_i^* = \min_i \left\{ (1-\alpha) \max_j \{V(A_i, S_j)\} + \alpha \min_j \{V(A_i, S_j)\} \right\} \quad (2.37)$$

Оптимальним рішенням за критерієм Гурвіца буде альтернативне рішення А2 – комплекс машин з цільовою функцією «мінімум палива» та А5 – комплекс машин з цільовою функцією «мінімум приведених витрат» (додаток Н).

За результатами аналітичних досліджень даної магістерської роботи можливо зробити загальний висновок, що при застосуванні критеріїв Байєса, Лапласа і Гурвіца, а також інших критеріїв – правилу «максімакс», критерію Вальда, Севіджа кращими варіантами будуть А5 – комплекс машин підібраний за цільовою функцією – мінімізація приведених витрат, А2 – машинно-тракторні агрегати з мінімально можливою витратою палива та А3 – мінімізація собівартості виробництва основних засобів та обладнання.

Останні рішення можливо рекомендувати у виробництво у вигляді технологічних карт на 100 га по вирощуванню основних ранніх зернових культур (додаток О, П, Р.).

3.2. Результати експериментальних досліджень

Для ефективного аналізу механізму явищ та керування об'єктом досліджень необхідно визначити взаємозв'язок факторів, що впливають на хід процесу, а також подати останні у кількісній формі – у вигляді математичної моделі. Така модель є математичним відтворенням найбільш суттєвих сторін процесу. Згідно з рекомендаціями [47] для кількісного відтворення процесу

вимірювання характеристик зернового потоку в зоні контролю приймаємо шлях побудови лінійної моделі.

У такому випадку система зображається у вигляді “чорного ящика” (рис. Досліджується зв’язок між вихідним параметром, що характеризує процес, та декількома вхідними параметрами (незалежними змінними), коли мало відомо про механізми явищ, що протікають у системі, яка досліджується.

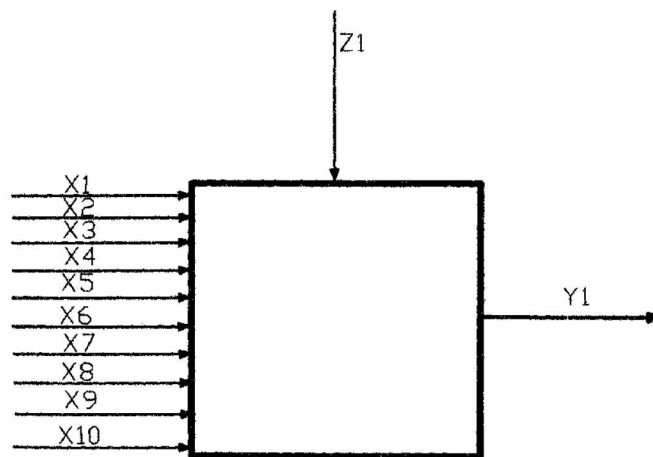


Рис. 3.1. Схема проведення експериментальних досліджень у вигляді «чорного ящика»

Диференційні або диференційно-інтегральні рівняння, які описують процес, у такому випадку скласти неможливо, бо неможливо їх розв’язати. Тому при створенні математичної моделі використовуються статистичні методи, як методи обробки експериментальних даних.

У практичному відношенні лінійні моделі можуть стати дуже корисними, якщо вони використовуються при вирішенні експериментальних завдань, наприклад, із метою визначення оптимальних умов протікання технологічних процесів [33].

З позиції статистики лінійна модель зручна, бо спрощує всі наступні статистичні методи, а саме використання методу найменших квадратів для оцінки параметрів, вибір оптимального розташування точок у просторі незалежних змінних та ін. [33].

Згідно з [33] при проведенні експериментальних досліджень в такому випадку на механізм протікання технологічного процесу в зоні контролю впливають такі групи факторів:

1. Група $X = (x_1, x_2, \dots, x_k)$, в яку входять фактори, що контролюються та допускають цілеспрямовану зміну при виконанні досліджень. До цієї групи відносимо швидкість руху зернозбирального комбайна, км/год; висоту зрізу рослин, см

2. Група $Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$, в яку входять фактори, що контролюються та не допускають цілеспрямованої зміни при виконанні досліджень. До цієї групи відносимо засміченість бункерного зерна, та втрати зерна за комбайном.

3. Група $F = (f_1, f_2, \dots, f_n)$ – утворена факторами, що не контролюються та не допускають цілеспрямованих змін при виконанні досліджень. Такі фактори характеризують дію на об'єкт дослідження збуджень, які неможливо визначити кількісно. У нашому випадку - це вплив засміченості посівів на роботу зернозбиральних комбайнів.

4. Група $Z = (z_1, z_2, \dots, z_i)$ – це вихідні змінні, що отримуємо як корисну та достовірну інформацію про технологічний процес, який досліджується. Сюди слід віднести показники якості роботи зернозбиральних комбайнів – втрати зерна, засміченість бункерного зерна,

5. Тоді математична модель об'єкта досліджень буде визначена сукупністю співвідносин виду: $Z = f(x_k, y_m, f_n)$

Але практично при побудові моделі такі співвідношення отримати неможливо, тому використовують обмеження, тобто рахують, що кожен із параметрів може змінюватися в певних обґрунтованих межах. Вихід як найменш одного параметру за такі межі призводить до порушення нормального протікання технологічного процесу. В нашому випадку були обґрунтовані діапазони змін висоти зрізу та швидкості руху зернозбиральних комбайнів.

Тобто, будемо визначати статистичну модель об'єкта, як функцію відгуку, що пов'язує параметр оптимізації Y , який характеризує результати експерименту, зі змінними параметрами, які приймають різні значення під час дослідів:

$$Z = f(X_i, Y_{i2}), i = 1 \dots k \quad (3.1.)$$

При цьому фактори $F_m = \text{const}$ (приймаються сталими з подальшим визначенням для кожної серії дослідів), [47,46].

3.3. Регресійний та кореляційний аналіз результатів експерименту

У дослідженнях рідко доводиться мати справу з точними та визначеними функціональними зв'язками, коли кожному значенню однієї величини відповідає визначене значення другої величини. Тут частіше зустрічаються такі співвідношення між змінними, коли кожному значенню ознаки X відповідає не одне, а декілька можливих значень ознаки Y , тобто їх розподіл. Такі зв'язки, що виявляються тільки при масовому вивченні чинників, на відміну від функціональних називаються стохастичними або кореляційними [33].

При вивченні кореляційних зв'язків виникають два основних питання - про щільність та форму такого зв'язку. Для вимірювань щільності та форми зв'язку використовують спеціальні статистичні методи, що називаються кореляцією та регресією.

Зв'язок між функцією та аргументом виражається рівнянням регресії або кореляційним рівнянням. При простій регресії рівняння коротко позначається $Y = f(X)$ а при множинній - $Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots)$. Якщо ступінь зв'язку між ознаками великий, то за рівнем регресії можливо передбачити значення результативної ознаки для визначених значень факторіальних чинників. Для оцінки сили зв'язку використовують коефіцієнти кореляції та кореляційні відношення.

Для аналізу лінійної кореляції між X та Y проводять n незалежних парних спостережень, результатом кожного з яких є пара чисел $(x_1; y_1), (x_2; y_2), \dots, (x_n; y_n)$. За цим значенням визначають вибіркові емпіричні коефіцієнти кореляції та регресії, розраховують рівняння регресії, будують теоретичну лінію регресії та оцінюють значимість отриманих результатів.

Коефіцієнт кореляції розраховують за формулою [33]:

$$r = \frac{\sum (X - \bar{x})(Y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{x})^2 \sum (Y - \bar{y})^2}}, \quad (3.2.)$$

або, якщо обминути обчислення відхилень та квадратів відхилень, за формулою:

$$r = \frac{\sum XY - (\sum X \sum Y) / n}{\sqrt{(\sum X^2 - (\sum X)^2 / n)(\sum Y^2 - (\sum Y)^2 / n)}} \quad (3.3.)$$

Квадрат коефіцієнта кореляції (r^2) називається коефіцієнтом детермінації. Він указує на долю у (%) таких змін, які в даному явищі залежать від фактора, який вивчається. Коефіцієнт детермінації є найбільш безпосереднім та прямим способом виразу залежностей однієї величини від іншої, і в такому відношенні він має перевагу над коефіцієнтом кореляції. У випадках, коли відомо, що залежна змінна Y перебуває в причинному зв'язку з незалежною змінною X , значення r^2 показує ту долю елементів в варіації Y , яка визначена впливом X .

Кореляція може бути зображена графічно, такий графік називається "крапковою діаграмою", або "діаграмою розсіювання". За крапковим графіком легко встановити зв'язки, які заслуговують того, щоб спостереження були продовженими або навпаки, він може показати на недоцільність накопичення матеріалу подібного роду.

Кореляційний аналіз може бути використаний при визначенні найкращого предиктора (сукупності змінних) [33] для Y з набору p змінних X_1, X_2, \dots, X_p . Змінна X_i , що має найбільшу (за абсолютною величиною) кореляцію з Y , має і найбільш сильну лінійну залежність з Y . Така процедура є першим кроком процедури так званої покрокової регресії.

Таблиця 3.1 - Кореляційна таблиця для озимої пшениці

	Продуктивність комбайна, кг/с	Висота зрізу, см	Вологість, %	Засміченість, %	Втрати зерна, %
Продуктивність комбайна, кг/с	1				
Висота зрізу, л/хв	-0,663817078	1			
Вологість, %	-0,011722806	-0,026140819	1		
Засміченість, %	-0,010601582	-0,121419349	-0,067967931	1	
Втрати зерна, %	0,87527228	-0,854119764	0,137295117	-0,051369168	1

Кореляційний аналіз за експериментальними даними, що подані в табл.1, виконаний за допомогою пакета "Аналіз даних" Microsoft Excel (кореляційна таблиця) та пакета "STATISTICA for Windows" StatSoft (діаграми розсіювання)

[33].

Стандартну помилку коефіцієнта кореляції визначають за формулою [33]:

$$S_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}}, \quad (3.4.)$$

де S_r - помилка коефіцієнта кореляції; r - коефіцієнт кореляції; n - чисельність вибірки.

Критерій суттєвості коефіцієнта кореляції розраховується за формулою [33]:

$$t_r = r/S_r. \quad (3.5.)$$

Якщо $t_{r \text{ факт}} \geq t_{\text{теор}}$, то кореляційний зв'язок суттєвий, а коли $t_{r \text{ факт}} < t_{\text{теор}}$ - несуттєвий. Теоретичне значення критерію t знаходять використовуючи таблиці Стюдента. Приймаючи 5% - ний рівень значимості, число ступенів свободи при цьому дорівнює $n-2$. Перевіримо нульову гіпотезу $H_0: r = 0$ без розрахунків критерію t_r . Нуль - гіпотеза не відкидається, якщо $t_{\text{ф}} < t_r$. Для результатів експерименту сільськогосподарських культур, що вивчалися, та враховуючи кількість спостережень, за таблицею визначаємо t_r . Їх значення: озима пшениця - 0,304. Якщо співставити значення отриманих коефіцієнтів кореляції та теоретичні значення, то робимо висновки, що зв'язок між Продуктивністю комбайна, швидкістю руху, висотою зрізу і втратами зерна є суттєвим.

Вибір оптимальної математичної моделі базується швидше не на статистичних доведеннях, а на основі врахування фізичних факторів.

Регресійний аналіз використовується тому, що визначення залежностей між змінними допомагає встановити наявність можливого причинного зв'язку.

Розглянемо проблему прогнозування одної змінної Y за допомогою p змінних X_1, \dots, X_p , $p > 1$. Традиційно змінна Y_1, \dots, Y_p , називається залежною, X^1, \dots, X_p – незалежною. Таке використання терміну “незалежна” не слід сплутувати з поняттям статистичної незалежності. Величину Y можливо апроксимувати за допомогою $f(\)$, функції регресії, яка містить невідомі параметри. Рівняння моделі, що визначає залежність між залежними та незалежними змінними, записується у вигляді [39]:

$$Y = f(X_1, \dots, X_p; B_1, \dots, B_m) + \epsilon, \quad (3.6.)$$

де B_1, \dots, B_m - невідомі коефіцієнти; ϵ – похибка апроксимації Y , методом функцій регресії.

Параметри моделі оцінюються за вибором кількості n , що отримана з популяції w . Такий вибір можна отримати одним з двох способів, а саме:

При першому способі фіксуються деякі значення X_1, \dots, X_p , після чого в підпопуляції, що визначена цими обмеженнями, спостерігається одне або декілька значень змінної Y . Далі фіксуються нові значення X_1, \dots, X_p та спостерігаються одне або декілька значень Y у такій популяції. Так триватиме до тих пір, доки не буде визначено n спостережень. За такого способу формування вибірки випадковою є лише змінна Y .

Другий спосіб отримання вибірки полягає у випадковому відборі n індивідуумів з популяції w та одночасному спостереженні в них усіх $p + 1$ змінних Y, X_1, \dots, X_p , причому всі ці величини випадкові.

Незважаючи на те, що процедура оцінки параметрів однакова для усіх способів формування вибірки, одне з основних припущень теорії оцінювання методом найменших квадратів полягає в тому, що вибірка утворена першим способом.

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

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_p x_{pi} + \epsilon_i, \quad (3.7.)$$

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 [33]. Ці оцінки, які мінімізують суму квадратів відхилень

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_p x_{pi})^2, \quad (3.8.)$$

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

вигляді

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_px_p. \quad (3.9.)$$

Зазначимо, що сума квадратів відхилень S є мірою помилки, яка пов'язана з "підгонкою" вибіркового 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 показані в таблиці 3.2 [33].

Таблиця 3.2.

Таблиця дисперсійного аналізу для моделі множинної лінійної регресії

Джерело Дисперсії	Ступінь Свободи	Сума Квадратів	Середній Квадрат	F- відношення
Регресія	$\nu_D = p$	$SS_D = \sum_{i=1}^p b_i \sum (x_{ij} - x_i) y_i$	$MS_D = SS_D / \nu_D$	$F = MS_D / MS_R$
Відхилення від регресії	$\nu_R = n - p - 1$	$SS_R = SS_T - SS_D$	$MS_R = s^2 = SS_R / \nu_R$	
Повна	$\nu_T = n - 1$	$SS_T = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$		

Вихідні дані програми лінійної регресії містять важливі величини. SS_R - залишкова сума квадратів - це значення S , яке отримується при підставленні МНК оцінок замість параметрів, тобто [33]:

$$SS_R = \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1x_{1i} - \dots - b_px_{pi})^2. \quad (3.10)$$

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

$$MS_R = SS_R / \nu_R. \quad (3.11)$$

Квадратний корінь з MS_R називається стандартною помилкою оцінки.

Розглядаємо наведену таблицю більш детально. Треба зазначити, що

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

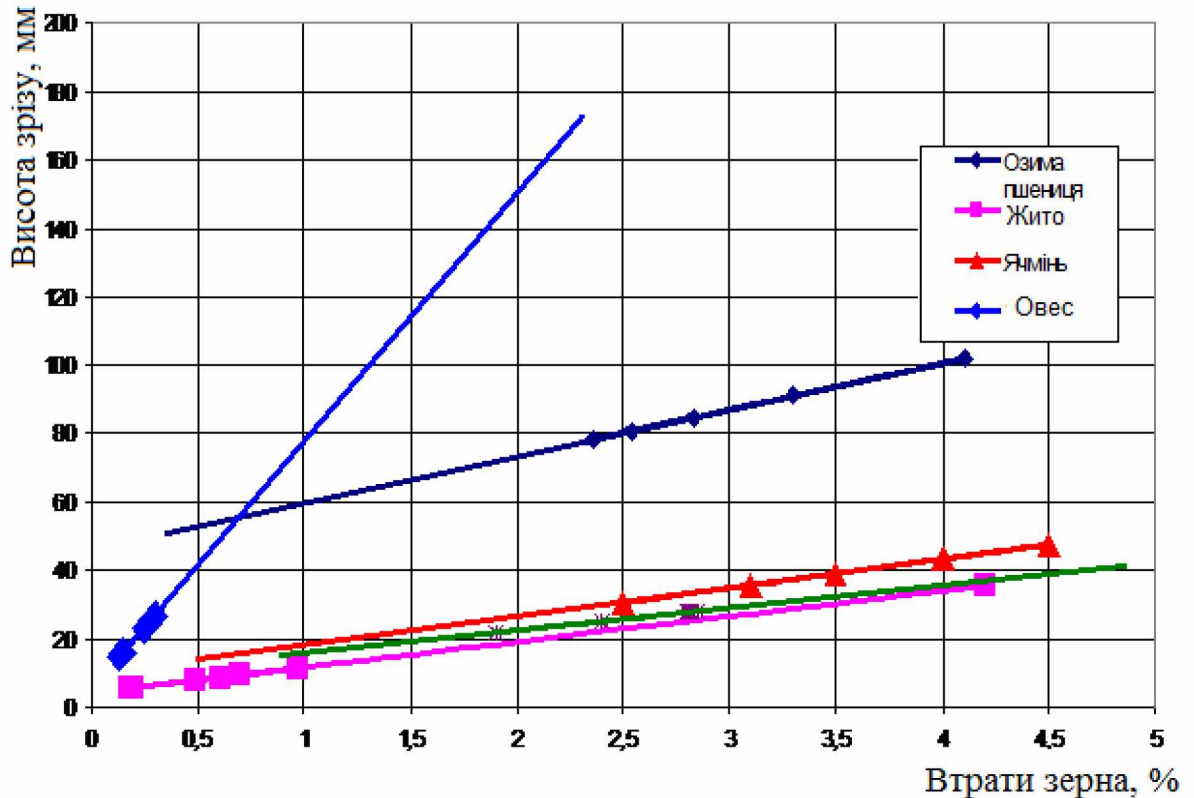


Рис.3.2. Експериментальні залежності втрат зерна від висоти зрізу рослин при фіксованій швидкості руху.

Повна сума квадратів SS_T , що поділена на число ступенів свободи 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 ліпше модель апроксимує Y .

Проведення експериментальних досліджень було здійснено на полях посіву озимої пшениці в ДПДГ «Степне» Полтавського району Полтавської області.

Експериментальні залежності втрат зерна від висоти зрізу рослин при фіксованій швидкості руху подано на рис 3.2. За умови використання для

статистичного обробітку експериментальних даних лінійних регресійних моделей, можемо зробити висновок, що продуктивність зернозбирального комбайна обраних марок лімітується співвідношенням маси зерна до маси соломи в урожаї а також швидкістю руху, що прямо пропорційна пропускній спроможності молотарки. Якщо в нашому випадку швидкість руху знаходилась в межах агротехнічних вимог (5,6 км/год), то змінна висота зрізу безпосередньо впливала на співвідношення маси дрібного і грубого вороху.

Таким чином, при дослідженні даних моделей зернозбиральних комбайнів, їх продуктивність лімітується пропускною здатністю сеперувальних механізмів, особливо повітряно-решітної очистки. Як наслідок перевантаження останньої – підвищені втрати зерна за комбайнами.

При проведенні багатофакторних експериментів початкові умови були наступні: культура, що збирається комбайнами – озима пшениця, сорт «Коломак-5», середня урожайність - 3,5 т/га, вологість – 12%, площа поля – 200 га. Комбайни, що збирають врожай – ДОН -1500Б, та «JD – 9500». Спосіб збирання – пряме комбайнування з розкиданням не зернової частини врожаю по полю.

Мета експериментальних досліджень перевірка основних агротехнічних вимог щодо збирання врожаю зерна ранніх зернових культур зернозбиральними комбайнами з урахуванням агрокліматичних умов аграрних підприємств Полтавської області.

Перша частина досліджень проведена як вимірювання та обчислення експериментальних залежностей між висотою зрізу рослин, засміченістю бункерного зерна та втратами зерна комбайнами.

Друга частина досліджень проведена щодо встановлення експериментальної залежності по визначенню ступеня впливу швидкості руху зернозбирального комбайна на показники якості його роботи – втрати зерна та засміченість бункерного зерна. Зернозбиральні комбайни, що брали участь у експерименті, обладнані гідростатичною трансмісією, тому особливих проблем по варіюванню швидкістю руху з такими сільськогосподарськими машинами не було. Змінювати висоту зрізу озимої пшениці також можливо без складнощів з урахуванням конструктивних особливостей обох машин – за допомогою

основної гідравлічної системи зернозбиральних комбайнів.

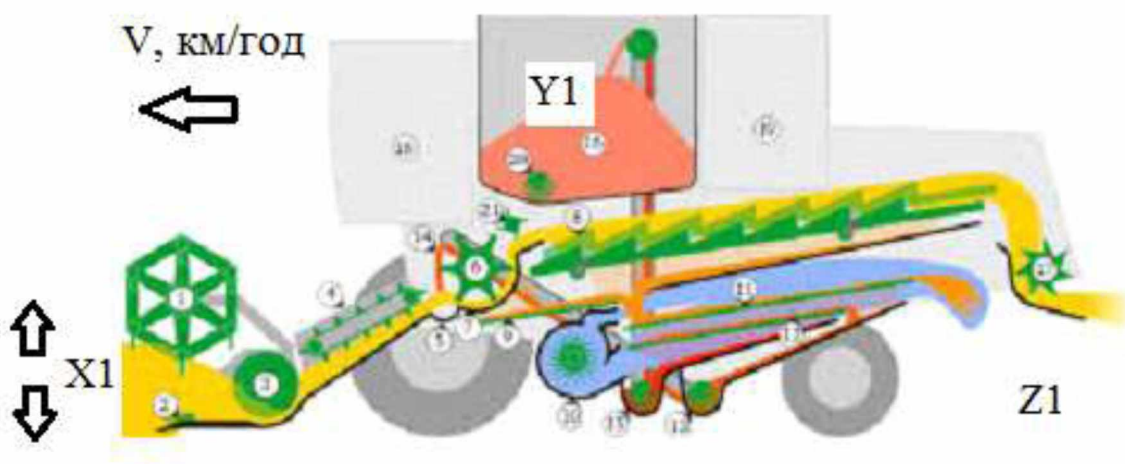


Рис.3.3. Технологічна схема щодо алгоритму проведення експериментальних досліджень: змінні параметри: швидкість руху та висота зрізу $X1$, вимірювальні параметри: засміченість зерна $Y1$ та втрати зерна $Z1$

Зміна швидкості руху зернозбиральними комбайнами проводилась в діапазоні 1-12км/год, висоти зрізу 0-25см. Втрати зерна за зернозбиральними комбайнами визначалась шляхом зважування втрачених насінин з 1m^2 та перерахунку втрат у % відносно середньої урожайності сільськогосподарської культури.

Загальний вид проведення технологічного процесу обмолоту зерна озимої пшениці обраними зернозбиральними комбайнами та схема проведення експериментальних вимірювань подана на рис. 3.3.

При цьому вимірювання засміченості проводиться шляхом визначення маси домішок в пробі зерна, що транспортується в бункер зернозбирального комбайна при фіксованій та визначеній швидкості руху та висоті зрізу.

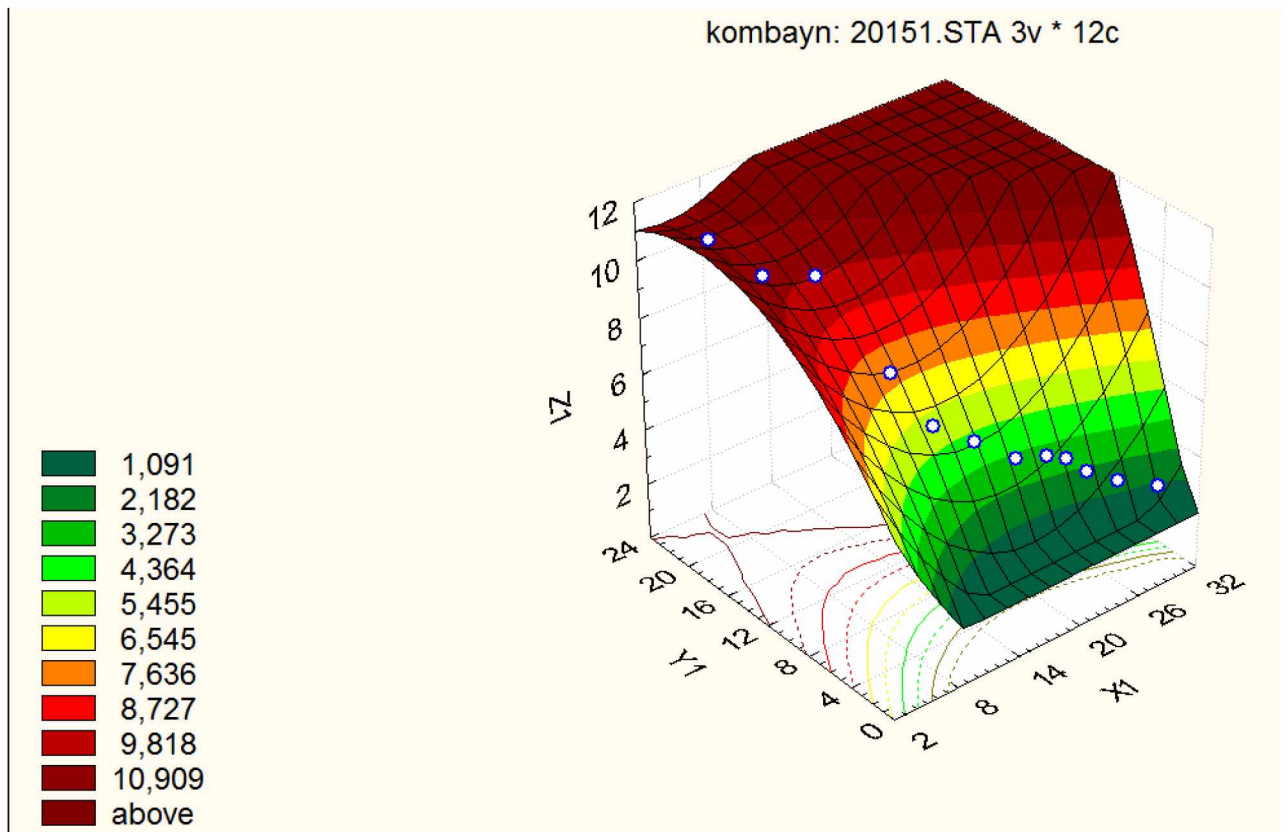


Рис. 3.4. Поверхня відгуку, що характеризує залежність між висотою зрізу рослин X_1 , см; засміченістю бункерного зерна Y_1 , %; та втратами зерна Z_1 ,%. (Збирання озимої пшениці комбайн ДОН-1500Б) (швидкість руху – 7км/год)

На основі аналізу поверхні відгуку (рис.3.4.), що характеризує залежність між висотою зрізу рослин X_1 , см; засміченістю бункерного зерна Y_1 , %; та втратами зерна Z_1 ,%. (Збирання озимої пшениці комбайн ДОН-1500Б) (швидкість руху – 7км/год), та аналогічної поверхні, але для комбайна «JD – 9500» (рис.3.5.) можливо зазначити що для умов Полтавської області при збиранні зерна озимої пшениці прямим комбайнуванням з урожайністю до 4т/га рекомендована висота зрізу знаходиться в діапазоні 5-15 см. При цьому менша висота зрізу рекомендована агротехнічними умовами виробництва сільськогосподарської продукції рослинництва, а більша – ефективною роботою сепарувальних механізмів зернозбиральних комбайнів. Тому, якщо потрібно зібрати майже всю солому, тоді механізатору рекомендовано зменшувати швидкість руху відносно агротехнічних вимог. А якщо частину соломи можливо залишити у якості органічних добрив, - критерієм завантаження комбайна є втрати за молотаркою та засміченість зерна, що транспортується в бункер.

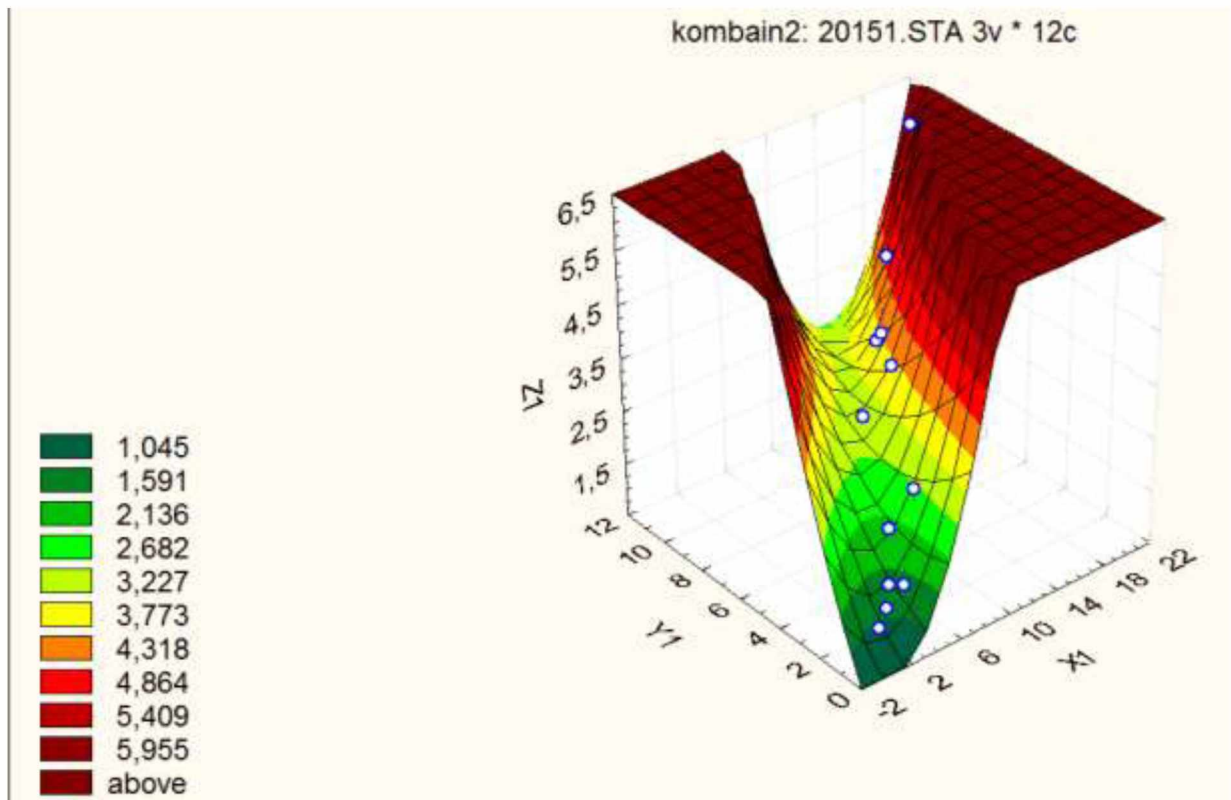


Рис. 3.5. Поверхня відгуку, що характеризує залежність між висотою зрізу рослин X_1 , см; засміченістю бункерного зерна Y_1 , %; та втратами зерна Z_1 ,%. (Збирання озимої пшениці комбайн «JD – 9500») (швидкість руху – 7км/год)

А результати наших експериментальних досліджень підтверджують наукову гіпотезу, що стандартні рекомендації щодо технологічної наладки зернозбиральних комбайнів не завжди оптимально відповідають конкретним умовам збирання врожаю тому перевірку якості технологічної наладки такого виду сільськогосподарської техніки необхідно проводити кожен раз у полі перед початком зміни або перед початком збирання іншої культури.

4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Екологічна експертиза

Охорона довкілля, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, життєдіяльності людини – невід’ємна частина соціального розвитку України. З цією метою Україна впроваджує на своїй території екологічну політику, націлену на збереження безпечного для існування живої і неживої природи навколишнього середовища, захисту життя і здоров’я населення від небезпечного впливу обумовленого засміченням довкілля, охорону, раціональне використання природних ресурсів[32].

Верховною Радою України 25 червня 1991 року прийнято Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища”.

В Україні здійснюється державна, громадська та інші екологічні експертизи.

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

Так, за даним дипломним проектом при проведенні основного і передпосівного обробітку ґрунту ми рекомендуємо застосовувати гусеничні трактори ,наприклад: ХТЗ-200, ДТ-75М, Т-70С, та колісні трактори фірм JOHN DEERE, Caterpillar, NEW HOLLAND зі спареними рушіями. Такі трактори комплектуються 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 маршрутизацію руху зернозбиральних машин та агрегатів при збиранні. Оскільки, наприклад, маса зернозбирального комбайна типу «ДОН-1500» та КЗС-9 «Славутич» становить близько 14 тон; «СКІФ» - 17,8т. Також при цьому рекомендується використовувати розвантажувальні полоси.

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

Також ми розробили і запропонували комплекс машин для вирощування та збирання озимої пшениці, ячменю, жита 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 незначна.

4.2. Охорона праці

Повністю безпечних і нешкідливих виробництв не існує, особливо в сільському господарстві, де на працівників можлива дія таких небезпечних і шкідливих факторів, як машини і механізми, що рухаються, незахищені рухомі частини стаціонарного обладнання, підвищений вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони, контакт із хворими тваринами й інфікованою сировиною. Тому завдання охорони праці на сільськогосподарських підприємствах – звести до мінімуму ймовірність нещасних випадків та профзахворювань робітників з одночасним забезпеченням комфортних умов праці при максимальній продуктивності праці.

Суб'єктивні причини переважної більшості нещасних випадків та аварій на виробництві необхідно шукати в двох площинах:

- працівник не знає чи недостатньо володіє знаннями з охорони праці;
- працівник знає, однак з тих чи інших причин не виконує відповідних вимог охорони праці.

Міжнародна статистика стосовно питань, які розглядаються свідчить, що в наш час травматизм та смертність від нещасних випадків можуть бути прирівняні до епідемії. Так, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я смертність від нещасних випадків на сьогодні займає третє місце після серцево-судинних і онкологічних захворювань, причому якщо від таких захворювань помирають в основному люди похилого віку, то внаслідок нещасних випадків переважно гинуть люди молодшого та середнього віку.

Згідно Закону "Про охорону праці" власник підприємства повинен створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці згідно вимогам нормативних актів та забезпечити дотримання прав працюючих, гарантованих законодавством про охорону праці, що входить до структури підприємства, як одна з основних виробничо-технічних служб.

Умови й охорона праці в типовому агропромисловому підприємстві Полтавської області регламентуються колективним договором між роботодавцем в особі адміністрації і працівниками в особі об'єднаного профкому, правилами внутрішнього трудового розпорядку, посадовими

інструкціями керівників, спеціалістів і службовців господарства, інструкціями з охорони праці, річним планом робіт по охороні праці, планом заходів по забезпеченню пожежної безпеки та загальної охорони об'єктів .

Відповідно до розділу 6 колективного договору роботодавець зобов'язується створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці безпечні умови праці відповідно до вимог нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, а також забезпечити дотримання прав працівників, гарантованих чинним законодавством про охорону праці.

До складу органу управління агропромислового підприємства відносяться службові особи усіх рангів управління: голова чи директор господарства, його замісник, головні спеціалісти, керівники структурних підрозділів.

Виконавчий орган розробляє і впроваджує організаційно-технічні заходи з охорони праці відповідно до вимог нормативних актів. До його складу входять службові особи, а також служби, які безпосередньо здійснюють контроль і аналіз стану охорони праці на підприємстві та розробляють заходи для підтримання цього стану на рівні нормативних вимог.

Керівником і організатором робіт з охорони праці, пожежної безпеки, охорони об'єктів сільського господарства та населення є інженер з охорони праці, підпорядкований голові підприємства.

Інженер з охорони праці здійснює свою роботу згідно з "Законом України про охорону праці", законодавством про працю, міжгалузевими і галузевими нормативними актами по охороні праці, постановами і рішеннями органів Державного нагляду, вказівками вищевповноваженої організації та "Положенням про службу охорони праці".

До роботи на тракторах та зернозбиральних комбайнах при збиранні як ранніх так і пізніх зернових, зернобобових та технічних культур 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 категорією Е – самохідні машини для збирання зернових культур[16].

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.

Для відпочину необхідно відвести місця за межами поля. Не дозволяється відпочивати на ділянках, де працюють комбайни, в копицях, на валках, під комбайнами.

Не можна дозволяти стороннім особам перебувати на машинах як під час роботи, так і при переїздах.

Не допускається керувати комбайнами, тракторами після вживання алкогольних напоїв.

У випадках недомагання необхідно припинити роботу, попередити посадову особу, звернутися у лікарню.

На кожному комбайні має бути невелика аптечка. Працівники повинні бути навчені прийомам надання лікарської допомоги.

Під час грози роботу комбайна зупиняють, після дощу переїжджають через канави, рухаються вздовж схилів, на поворотах тільки на першій передачі.

Одягти комбінезон, волосся прибрати під головний убір. Не дозволяється переодягатися біля обертових деталей механізмів.

Перевірити загальний стан комбайна, звернувши увагу на наявність огорожень, захисних кожухів, які передбачені заводом-виробником. При їх відсутності комбайн вважається несправним і працювати на ньому не дозволяється.

Підтягнути болтові кріплення вузлів і деталей, не застосовувати при цьому надставки до ключів. При відсутності навіть одного болта кріплення дисків чи ободів коліс забороняється експлуатувати комбайн.

Всі механізми повинні рухатися плавно, без ривків. Ручки розподільвачів при їх відпущенні повинні автоматично повертатись з робочого положення в нейтральне.

Повне повернення напрямних коліс з крайнього положення в інше має відбуватися за 4-5 обертів.

Добре відрегульована система рульового керування, основна гідравлічна

система та система гідростатичного приводу полегшує працю комбайнера і створює безпеку при його роботі.

При працюючому двигуні перевіряють системи автоматичного контролю та сигналізації технологічного процесу обмолоту зерна. При набиранні двигуном номінальної частоти обертання (повні оберти) світлові і звукові сигнали повинні зникнути.

Перед початком руху переконатися, що це нікому не загрожує, дати сигнал і почати рух.

Особливу обережність слід проявляти під час очищення і загострювання ножів різального апарату жатки комбайна.

Забороняється буксувати зернозбиральну машину з включеною передачею коробки діапазонів.

Не дозволяється знаходитися позаду пристрою для збирання не зернової частини врожаю як подрібнювача, так і копнувача зернозбирального комбайна, коли він працює.

При появі зайвих шумів, диму, несправності, іскрінні електрообладнання, підвищеному нагріві підшипників, редукторів, інших частин негайно зупинити комбайн.

На випадок травми вжити заходів по наданню долікарської допомоги потерпілому, при необхідності відправити його в медпункт. Місце нещасного випадку слід зберегти непорушним до повного розслідування нещасного випадку комісією. При неможливості його збереження зробити детальну схему розміщення всіх предметів і самого потерпілого.

Поставити комбайн на місце стоянки, загальмувати і під колеса підкласти упори.

Оглянути, очистити комбайн, привести в порядок робоче місце.

4.3. Техніко-економічне обґрунтування досліджень

Річний економічний ефект, що очікується, розраховуємо за формулою [27,28]:

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

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

Складові частини структури собівартості 1т зерна показує формула [27,28]:

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

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

Прямі затрати на виробництво розглядаються як сума [27,28]:

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

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

Прямі експлуатаційні затрати є сукупністю [27,28]:

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

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

витрати, грн.

Накладні витрати $C_{\text{накл}}$, як правило, приймаються у розмірі 30...35% від суми прямих експлуатаційних витрат. Строк окупності капітальних вкладень, що плануються на впровадження нової техніки, та додаткових капітальних вкладень розраховують за формулами [27,28]:

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

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

де T та T_1 – термін окупності планових та додаткових капітальних вкладень, років; K_n – капітальні вкладення (що плануються) в новому варіанті на одиницю продукції, грн.; $K_{\text{доп}}$ – додаткові капітальні вкладення в нову техніку, грн; $\Pi(\text{Чд})_n$ – плановий прибуток (чистий доход) від впровадження нового варіанта, грн.; $\Delta\Pi(\text{Чд})_n$ – приріст прибутку (чистого доходу) в плановому році від реалізації нової техніки, грн.

Рівень рентабельності виробництва продукції в новому варіанті при використанні результатів НДР та ДКР, нової техніки, винаходів та раціоналізаторських пропозицій ($U_p, \%$) визначають як співвідношення прибутку (чистого доходу) в новому варіанті $\Pi(\text{Чд})_n$ до капітальних вкладень (K) [27,28]:

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

Цей показник порівнюють з рівнем рентабельності в базовому варіанті, який визначають таким же методом.

Результати розрахунків основних економічних показників за описаної вище методики містить таблиця 4.1. Таким чином, при порівнянні економічної ефективності використання зернозбиральних комбайнів на збиранні ранніх зернових культур з класичною схемою обмолоту та роторною схемою обмолоту на площі 400 га з середньою урожайністю 4,5 т/га зерна, можливо визначити, що за втратами урожайності роторні комбайни недоотримають зерна в обсязі 18 т., або 108000 грн. в розрахунку на один комбайн класу 12-14 кг/ по продуктивності збіжжя. А якщо запропонувати технологічний режим роботи з підвищенням висоти зрізу, то додатково можливо зібрати 36т., або отримати 216 000 грн. додаткового прибутку.

Таблиця 4.1 - Розрахункові показники оцінки техніко - економічної ефективності щодо удосконалення операційної технології збирання зернових культур зернозбиральними комбайнами.

Показники економічної ефективності	Базовий варіант зерно-збиральний комбайн «JD – 9500», класична схема обмолоту, висота зрізу 5-7см	Порівнюваний варіант – зернозбиральний комбайн «JD-S 690», роторна схема обмолоту висота зрізу 5-7см	Удосконалений варіант збиральний комбайн «JD – 9500», класична схема обмолоту, висота зрізу 15-20см
Планове річне завантаження машини, на збиранні озимої пшениці, га	400	400	400
Середня прогнозована урожайність, т/га	4,5	4,5	4,5
Втрати зерна за комбайном, %	4,5	5,5	2,5
Річний валовий збір озимої пшениці, т	1719	1701	1755
Планова ціна реалізації пшениці озимої 3 класу грн./т	6000	6000	6000
Обсяг валової продукції, тис. грн	10314	10206	10530
Приріст прибутку від виробництва продукції з одного комбайна, т.грн	-	-108	+216
Плановий обсяг посіву озимої пшениці на 2021 рік, га	9000	9000	9000
Необхідна кількість зернозбиральних комбайнів класу 10-12к/с по пропускній спроможності	23	23	23
Приріст прибутку (чистого доходу) від виробництва продукції на 2021 рік, тис.грн	0	-2484	+4968
Плановий економічний ефект, (за виключенням вартості недозбираної соломи), грн.			4 420 000
Термін окупності удосконаленого варіанту, років			протягом року

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

1. Недоліками вирощування та збирання зерна ранніх зернових культур є збільшений ціновий диспаритет –особливо в останній час спостерігається різке зростання виробничих витрат, особливо паливо-мастильних матеріалів, запасних частин. При цьому ціна на зерно ранніх зернових культур зростає досить повільно, а на внутрішньому ринку споживання – навіть падає. В таких соціально-економічних умовах вести аграрний зерновий бізнес стає все складніше.

2. З метою удосконалення технології вирощування та збирання зерна ранніх зернових культур, а також зниження питомих енергозатрат на виробництво нами пропоновано:

2.1. Сівбу зернових культур можливо виконувати новими зерновими сівалками типу: Solitair 8; Solitair 9; Solitair 12; AUROCK 6000 RC; Horsch Focus 6 TD; Väderstad Spirit 600-900C; комплексом TERRASEM від PÖTTINGE; KASI (для технологій No-Till); Green Plains 1500.

2.2. Для виконання операційної технології з захисту рослин доцільно використовувати закордонні марки сучасних самохідних обприскувачів: PANTERA; Case IH Patriot; BERTHOUD BRUIN; HORSCH leeb PT 330; Condor; Stara Gladiador 2300; Jacto Uniport 4530; IBIS 3000.

2.3. Обмолот зерна рекомендовано здійснювати сучасними зернозбиральним и комбайнами з гібридною схемою молотарки - це комбайни фірми Клаас марки Lexion 570, Lexion 580 I Lexion 600, Tucano 470, Tucano 480, Tucano 570; комбайни фірми «Джон Дір» марки С 670, комбайни фірми «Нью Холанд» - CS 6090, CSX 7080. Гібридна система обмолоту і сепарації зерна створює фізичні умови до збільшення рівномірності при подачі листостеблової маси до робочих органів молотарки. Тут домінуючу роль відіграють відцентрові сили.

2.3. Щодо результатів виробничого випробування зернозбиральних комбайнів в УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, нормативне сезонне навантаження на вітчизняний зернозбиральний комбайн типу КЗС-9-1 «Славутич», «Обрій», «Дніпро» встановлено на рівні 160 га. Такі комбайни значно дешевші

закордонних зразків, але мають недостатню надійність, і більше підходять для невеликих та середніх аграрних підприємств. Інженерне рішення щодо визначення кращого зернозбирального комбайну повинно бути обґрунтованим на основі розумного балансу: ціна, якість обмолоту зерна, робоча продуктивність, надійність.

2.4. Одним з основних планово-розрахункових документів, що обґрунтовує економічну доцільність та технологічну спроможність впровадження технології виробництва ранніх зернових культур є технологічна карта. Приклади розрахованих технологічних карт в нашому випадку для вирощування озимої пшениці, ячменю, жита, розраховані на площу поля 200га.

2.5. При виборі комплексу машин технічного та технологічного забезпечення технології вирощування та збирання зерна ранніх зернових культур на основі виконаних теоретичних досліджень встановлено – оптимальними будуть комплекси сільськогосподарської техніки, що підібрані за домінуючим показником – енергозатрати та продуктивність. При цьому враховано ризики недоотримання врожаю. Обґрунтування комплексу машинно-тракторних агрегатів в технологіях здійснено з застосуванням методологічних аспектів критеріїв Байєса, Лапласа і Гурвіца, Вальда, Севіджа та ін.

2.6. На основі аналізу проведеного двофакторного експерименту, залежність між висотою зрізу рослин X_1 , см; засміченістю бункерного зерна Y_1 , %; та втратами зерна Z_1 ,%. На комбайнах ДОН-1500Б та «JD – 9500», визначено: при обмолоті зерна озимої пшениці з урожайністю 4...4,5 т/га оптимальна висота зрізу знаходиться в діапазоні 5-15 см. Збільшення висоти зрізу (по можливості) покращує технологічні режими роботи молотарки комбайнів.

2.7. Щодо підвищення стану охорони праці, то для аграрних підприємств рекомендовано дотримання в повному обсязі умов виробничих технологій, трудова дисципліна, виконання вимог інструкції дії персоналу у надзвичайних ситуаціях, обладнання робочих місць згідно вимог технології з усуненням шкідливих виробничих факторів.