

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Механіко – технологічний факультет**

**ПОГОДЖЕНО**

**Декан механіко - технологічного  
факультету**

\_\_\_\_\_ Братішко В.В.  
(підпис) (ПІБ)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

**Завідувач кафедри**

\_ Охорони праці та біотехнічних  
систем у тваринництві \_

(назва кафедри)  
\_\_\_\_\_ Хмельовський В.С. .  
(підпис) (ПІБ)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему: Дослідження професійних ризиків на механізованих процесах  
у рослинництві та розроблення заходів для їх зниження**

Спеціальність: Н7 «Агроінженерія»  
(код і найменування)

Освітня програма: «Агроінженерія»  
(назва)

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна  
(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

**Гарант освітньої програми**

доктор технічних наук, професор \_\_\_\_\_  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

Братішко В.В.  
(ПІБ)

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

кандидат технічних наук, доцент \_\_\_\_\_  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

Войналович О.В.  
(ПІБ)

**Виконав**

\_\_\_\_\_ (підпис)

Пустовойтов Є.В.  
(ПІБ)

**КИЇВ – 2025**

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Механіко-технологічний факультет

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри охорони праці та  
біотехнічних систем у тваринництві  
д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_ Хмельовський В.С.  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на виконання магістерської кваліфікаційної роботи здобувача**

Пустовойтова Євгенія Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність: Н7 «Агроінженерія»

(код і найменування)

Освітня програма: «Агроінженерія»

(назва)

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Дослідження професійних ризиків на механізованих процесах у рослинництві та розроблення заходів для їх зниження»

затверджена наказом від 13.11.2024 р. № 2038 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15.11.2025 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: Звіти про виробничу діяльність ТОВ «МХП-Агро-С» за 2023 р. та 2024 р., Колективний договір ТОВ «МХП-Агро-С» на 2022-2025 рр.

Перелік питань, що потребують дослідження:

1. Класифікація небезпек та професійних ризиків механізаторів сільськогосподарського виробництва.

2. Методологія дослідження професійних ризиків.

3. Засоби для забезпечення належних умов праці механізаторів сільськогосподарського виробництва.

4. Дослідження професійних ризиків на польових механізованих роботах.

5. Аналіз ефективності пристроїв безпеки на мобільних засобах механізації у рослинництві.

6. Оцінення економічної ефективності від впровадження заходів з охорони праці у ТОВ «МХП-Агро-С».

Перелік графічного матеріалу (за потреби):

Дата видавання завдання “20 листопада 2024 р.

**Керівник магістерської роботи**

\_\_\_\_\_ Войналович О.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

**Завдання прийняв до виконання**

\_\_\_\_\_ Пустовойтов Є.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему: «Дослідження професійних ризиків на механізованих процесах у рослинництві та розроблення заходів для їх зниження».

Магістерську роботу виконано на 78 сторінках машинописного тексту пояснювальної записки формату А-4, що містить 3 таблиці, 18 рисунків; презентація складається з 15 слайдів.

Магістерську роботу було присвячено питанням дослідження професійних ризиків механізаторів сільськогосподарського виробництва та розробленню працезохоронних заходів у галузі рослинництва.

У першому розділі представлено класифікацію виробничих небезпек та професійних ризиків механізаторів сільськогосподарського виробництва.

У другому розділі охарактеризовано методологію дослідження професійних ризиків.

У третьому розділі проаналізовано засоби для забезпечення належних умов праці механізаторів сільськогосподарського виробництва.

У четвертому розділі представлено результати дослідження професійних ризиків на механізованих роботах у рослинництві.

У п'ятому розділі проаналізовано ефективність застосування пристроїв безпеки на мобільних засобах механізації у рослинництві.

У шостому розділі розраховано ефективність від впровадження заходів з охорони праці у ТОВ «МХП-Агро-С».

Ключові слова: ОХОРОНА ПРАЦІ, РОСЛИННИЦТВО, МЕХАНІЗОВАНІ ПРОЦЕСИ, УМОВИ ПРАЦІ, ПРОФЕСІЙНІ РИЗИКИ, ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ БЕЗПЕКИ

## ЗМІСТ

Завдання до виконання магістерської роботи .....	2
Реферат .....	3
Вступ .....	6
Розділ 1. Класифікація небезпек та професійних ризиків механізаторів сільськогосподарського виробництва .....	9
Розділ 2. Методологія дослідження професійних ризиків .....	15
2.1. Класифікація виробничих небезпек та шкідливих виробничих чинників	15
2.2. Методи оцінювання професійних ризиків на робочих місцях .....	19
Розділ 3. Засоби для забезпечення належних умов праці механізаторів сільськогосподарського виробництва .....	27
3.1. Особливості умов праці механізаторів (у кабінах тракторів та комбайнів) .....	27
3.2. Розрахунок параметрів віброізоляції робочого місця (сидіння) механізатора .....	37
Розділ 4. Дослідження професійних ризиків на польових механізованих роботах .....	42
4.1. Статистика виробничого травматизму на польових механізованих роботах .....	42
4.2. Методологія оцінення небезпек на механізованих роботах збирання сільськогосподарських культур .....	46
4.3. Розрахунок професійних ризиків на механізованих збиральних роботах .....	49
4.4. Заходи для зниження професійних ризиків на польових механізованих роботах .....	54
Розділ 5. Аналіз ефективності пристроїв безпеки на мобільних засобах механізації у рослинництві .....	56

Розділ 6. Оцінення економічної ефективності від впровадження заходів з охорони праці у ТОВ «МХП-Агро-С» .....	67
Висновки .....	75
Список використаних джерел .... ..	77

## ВСТУП

Агропромисловий комплекс (АПК) потрібно розглядати як складну систему управління, якій об'єктивно притаманні всі основні особливості великих управлінських систем: структурна складність, різноманітність взаємозв'язків та ін. [1]. Стан агропромислового комплексу відображає стан економіки будь-якої держави загалом. Для України значущість аграрної економіки обумовлена тим, що діяльність населення великої частини країни пов'язана із землею, тобто з роботою на землі. До того ж нині частка сільськогосподарського виробництва у валовому внутрішньому продукті є значною, що забезпечує продовольчу безпеку нашої країни [2]. Однак потрібно, щоб виконання робіт, зокрема й механізованих, у сільському господарстві було безпечним для працівників та природного довкілля.

Нині розуміння методів оцінювання професійного ризику на виробництві не є однозначним, і це питання недостатньо розкрито науковцями [3-5]. Певні неузгодження зумовлені тим, що питання професійного ризику на виробництві не знайшло практичного вираження у нашому працезахоронному законодавстві та в управлінській діяльності аграрних підприємств.

Розроблення концепції оцінювання та управління ризиком (його зниженням до прийнятних значень) належить до пріоритетних завдань у галузі охорони праці [6, 7]. Про це свідчить збільшення кількості статей, наукових конференцій, підручників, у яких розглянуто проблеми оцінювання і управління професійними ризиками. Однак через ряд причин розроблені та впроваджені в інших галузях економіки методи оцінювання професійного ризику на робочих місцях не застосовують на підприємствах сільського господарства, зокрема у рослинництві. Здебільшого це можна пояснити складністю впровадження наявних методик оцінювання та необхідністю мати кваліфікованих експертів, які освоїли на практиці ці методи.

Нині рівень професійних ризиків щодо смертельних травм на виробничих (зокрема й механізованих) процесах у сільському господарстві є досить високим – у межах  $1,1 \cdot 10^{-4}$ - $1,4 \cdot 10^{-4}$ . Ці значення суттєво перевищують не лише задовільний ( $\leq 5 \cdot 10^{-5}$ ), а й допустимий ( $\leq 10^{-4}$ ) рівні смертельного травматизму, які статистика установила в країнах із розвинутою економікою, зокрема Європи [8, 9].

Тому подальше розроблення методів (інструментів) аналізу та оцінення професійних ризиків у сільському господарстві є актуальним завданням, на основі якого має бути удосконалено систему управління охороною праці (СУОП) підприємств аграрної галузі, впроваджено заходи профілактики захисту працівників від ймовірних небезпек під час виконання механізованих процесів.

Тому актуальним є дослідження причин високих рівнів травматизму на польових механізованих роботах та відповідних професійних ризиків, що багато у чому пов'язано з відсутністю належного працезохоронного контролю у господарствах та незадовільним станом мобільної сільськогосподарської техніки.

Метою магістерської роботи було дослідження умов праці механізаторів сільського господарства та оцінення професійного ризику травмування під час виконання польових механізованих робіт.

Об'єктом дослідження цієї магістерської роботи є небезпеки на механізованих процесах у рослинництві підприємств АПК. Зокрема, на робочих місцях, де на працівників, які виконують роботи у рослинництві із використанням машин і механізмів, з різною ймовірністю ризику можуть впливати небезпечні і шкідливі чинники (фізичні, хімічні та біологічні), а також ризики впливу чинників трудового процесу (важкість, інтенсивність, монотонність праці тощо).

Предмет дослідження – професійні ризики на різних видах механізованих польових робіт із застосуванням мобільної сільськогосподарської техніки.

Щоб досягти зазначеної мети, у магістерській роботі було використано такі методи наукового дослідження: аналітичні, що дозволяють аналізувати науково-

технічну літературу з тематики роботи; формалізації (для розроблення структурних схем і алгоритмів).

Завдання цієї магістерської роботи наступні:

1. Проаналізувати потенційні (можливі) небезпеки, що мають місце на польових механізованих роботах у рослинництві.

2. Розрахувати професійні ризики механізаторів під час окремих польових робіт

3. Запропонувати організаційно-технічні заходи для зниження професійних ризиків механізаторів (зокрема конструкцію захисних пристроїв).

## РОЗДІЛ 1. КЛАСИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕК ТА ПРОФЕСІЙНИХ РИЗИКІВ МЕХАНІЗАТОРІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Механізовані процеси у рослинництві характеризуються рядом небезпек для працівників [10, 11]. До основних професійних ризиків: травмування працівників внаслідок контактування з рухомими частинами сільськогосподарських машин та з гострими або гарячими елементами конструкцій; падіння працівників з техніки; вплив високих рівнів шуму чи вібрації, високих концентрацій пилю. Також існує ризик отруєння агрохімікатами у разі їх застосування [12], небезпека займання (пожежі) через несправності обладнання.

Нині в аграрному секторі України не приділяють належної уваги аналізу впливу на ступінь забезпечення нормативів безпеки праці на робочих місцях механізаторів сільськогосподарського виробництва наявності та працездатності технічних засобів безпеки, які мають бути на мобільній техніці. Статистичні дані Державної служби з питань праці (Держпраці) України про причини виробничого травматизму в сільському господарстві показують, що саме організаційні причини (близько 80 %) є визначальними щодо травм на аграрних підприємствах [13]. То ж основні напрямки профілактичної працезохоронної роботи зосереджено на розробленні та впровадженні інформаційно-методичного забезпечення наглядової діяльності з охорони праці, методології контролю умов праці на робочих місцях, удосконаленні організаційних засад системи управління охороною праці (СУОП).

Але дещо прихованими причинами виробничого травматизму в АПК є відсутність захисних пристроїв або їх несправність, хоча ними обладнано мобільну сільськогосподарську техніку, що запобігає помилковим діям оператора. Відомо, що ступінь забезпеченості технічними засобами захисту сучасної зарубіжної сільськогосподарської техніки значно вищий, ніж це

конструктори забезпечували раніше [14, 15]. Але упровадження пристроїв захисту працівників нового покоління (зокрема автоматизованих) на тракторах та комбайнах стримується через ряд причин.

Одною з причин є намагання виробників техніки здешевити сільськогосподарську машину, що може позначитися на здоров'ї працівників, а інколи призвести до смерті працівника. Існує помилкова думка, що якість виготовлення (складання) сільськогосподарського агрегату та його технічний рівень здебільшого впливають тільки на роботоздатність та надійність машини [16].

Але надійність сільськогосподарської техніки чи точність висівання зерна культури залежать не лише від якості металу, з якої виготовлено якусь шестерню, чи конструкції агрегату, а й від стану здоров'я і безпеки механізатора, зокрема його самопочуття, втоми, психофізіологічних даних. Тільки технічні засоби безпеки можуть уберегти працівника від помилкових (інколи необдуманих) дій. Це важливо у разі роботи та технічного обслуговування сучасних потужних мобільних сільськогосподарських агрегатів, адже працівнику не залишається часу на роздуми або вагання.

Також улаштування технічних засобів безпеки на тракторах і комбайнах є актуальним через те, що нині ресурс наявної у сільськогосподарських підприємствах мобільної техніки практично вичерпано, тобто ресурс досяг критичної межі – близько половини тракторів і комбайнів пропрацювали вже понад 20 років. Після тривалого (10-річного і більше) терміну експлуатації трактори та інші самохідні сільськогосподарські машини стають морально та фізично застарілими [17]. Протягом останнього десятиріччя машинно-тракторний парк сільськогосподарських підприємств України зменшився кількісно, то ж не вдається забезпечити своєчасне виконання механізованих польових робіт, а це призводить до збільшення професійного ризику [18]. Науковці у галузі охорони праці у сільському господарстві зробили висновок, що

нині досягти “нульового ризику”, тобто уникнути ризикових ситуацій на механізованих процесах сільськогосподарського виробництва вже неможливо [19]. Серед причин цього є також і та обставина, що під час ремонтування техніки питанням відновлення технічних засобів безпеки праці не приділяють належної уваги.

Сучасне аграрне виробництво – це складна ймовірнісна система. У ній присутня певна прихована небезпека, що пов’язано через участь у виробничому процесі працівника з його психологічною та фізіологічною слабкістю, тобто завжди існує ризик нещасного випадку. Охорона праці пропонує досліджувати як можливе джерело небезпеки дії працівника, його помилкові дії, зумовлені незнанням ним безпечних способів виконання робіт [20].

Технічні засоби безпеки праці на мобільній сільськогосподарській техніці мають стати вирішальними щодо розв’язання задачі зниження ризику травмування на механізованих процесах АПК. Отже це завдання є новим і актуальним.

В основу аналізу роботи і функцій різних видів технічних засобів безпеки праці на сільськогосподарських тракторах і комбайнах покладено оптимізаційний підхід, в якому має бути враховано необхідність підвищення професійного ризику механізаторів, якщо відсутні (зламані) такі технічні системи. Методи дослідження базуються на методології системного аналізу, багатофакторного оцінення і багатокритеріальної мінімізації ризиків нещасних випадків та аварійних ситуацій на механізованих процесах в АПК [21]. У результаті дослідження можна буде обґрунтувати технічні засоби безпеки праці як визначальні елементи системи запобігання небезпечним ситуаціям (суттєвого, критичного і катастрофічного ризику) в сільськогосподарському виробництві.

Одним із завдань є розроблення системи відстеження виробничих небезпек у сільськогосподарському виробництві. Системи моніторингу в галузі охорони праці потрібно розглядати не лише як засоби накопичення інформації про

небезпеки на виробничих процесах, а і як методику прогнозування стану безпеки на виробництві та ймовірності виникнення небезпечних ситуацій і нещасних випадків для запобігання травмам, хворобам і аваріям [22].

Процес відстеження виникнення виробничих небезпек аналізують як систему послідовних дій: визначення небезпеки; оцінення можливих несприятливих наслідків; нагальне розроблення та впровадження потрібних організаційних заходів, щоб запобігти травмонебезпечним ситуаціям; контролювання стану безпеки та повторний моніторинг. Також запропоновано оцінювати професійні ризики, як це провадять на промислових підприємствах з усталеними технологічними процесами [23]. Вважають, що у працівнику існує індивідуальний ризик («ризик у собі»), що проявляється у ймовірності настання нещасного випадку. Але ймовірнісні показники для кожного працівника індивідуальні, то ж їх врахувати важко [24].

Робота МТА буде ефективною у тому випадку, коли конструкція сільськогосподарського агрегату буде враховувати можливості та обмеження, які властиві працівнику-оператору. Працівника необхідно підготувати до особливих вимог оптимального керування конструкцією конкретної машини або ж обладнання.

Під час роботи на тракторах можуть статися такі травмонебезпечні ситуації: а) перекидання трактора на схилах чи у разі раптового повертання; б) притискання працівників до вузлів трактора після того, як зірвався домкрат; в) опіки у разі передчасного відкривання накривки радіатора трактора; г) падіння тракториста, коли він хоче потрапити до кабіни трактора чи коли виходить; д) отримання ударів внаслідок зривання ремонтного інструменту або частин механізмів [25].

Під час роботи на тракторних причепах працівники можуть травмуватися внаслідок перекидання причепа, або бортом кузова, коли його відкривають та закривають та ін.

Робота на комбайнах (зерно- і силосозбиральних) можуть супроводжуватися такими травмами: а) падіння з опорних майданчиків чи сходів комбайна; б) захоплення рук працівника обертовими робочими органами комбайна; в) потрапляння до очей пилу технологічного продукту.

Використання ґрунтообробних знарядь (плуги, борони, культиватори тощо) може призвести до таких травмонебезпечних ситуацій: а) падіння агрегатованого устаткування; б) придавлювання працівників підняним (не опущеним) обладнанням; в) травмування рук під час очищення робочих органів від налиплого ґрунту. Роботи на посівних агрегатах вважають небезпечними через: а) можливі травми у разі падіння допоміжних працівників з рухомих сівалок; б) захоплення частин тіла і одягу працівників обертовими механізмами.

Під час заготівля кормів доводиться використовувати такі травмонебезпечні знаряддя та механізми: вила, волокуші, скирдоукладачі та ін. Може статися засмічення очей, травмуватися ноги працівників гострими кінцями знарядь, механізмів та транспортних засобів, трапляються випадки падіння працівників зі скирти.

То ж можна зробити висновок, що до основних причин травматизму (організаційних і технічних) на польових механізованих роботах належать наступні:

1. Незадовільна організація польових механізованих робіт.
2. Експлуатація несправних машин та обладнання (невчасне їх технічне обслуговування).
3. Порушення правил безпеки праці та трудової дисципліни.
4. Недостатній рівень знань працівниками (механізаторами і допоміжними працівниками) технологій вирощування і збирання сільськогосподарських культур) та правил експлуатації мобільної техніки.

Характерні порушення нормативів безпеки праці на механізованих виробничих процесах у рослинництві узагальнено на рис. 1.1.

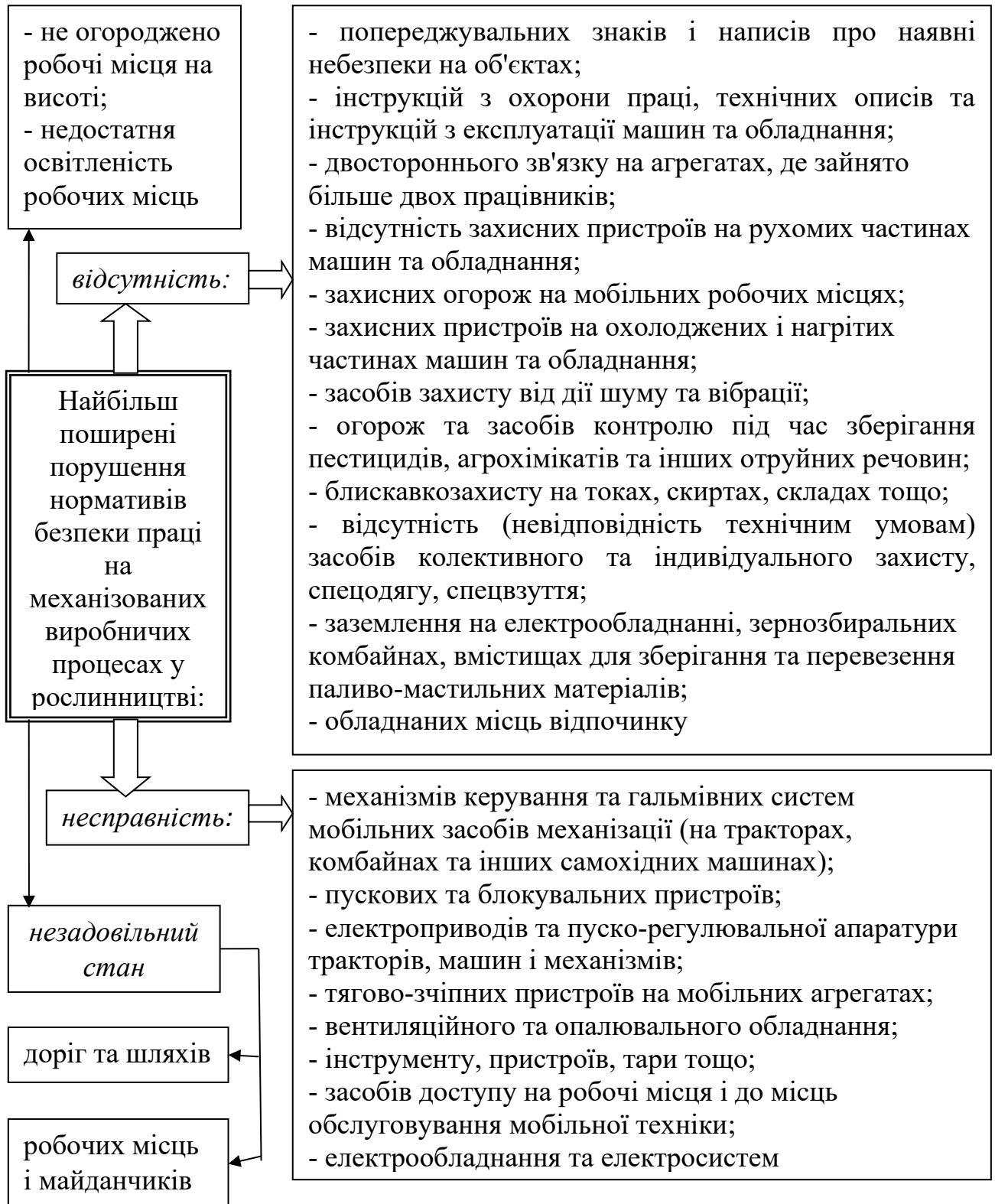


Рис. 1.1. Характерні порушення нормативів охорони праці на механізованих процесах у галузі рослинництва

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОФЕСІЙНИХ РИЗИКІВ

### 2.1. Класифікація виробничих небезпек та шкідливих виробничих чинників

Як небезпеку розглядають певні подію, умова або ситуація у довкіллі, що можуть призвести до фізичної, психологічної, моральної шкоди (травмування різного ступеня, зокрема й смертельного). Запропоновано два підходи щодо класифікації небезпек – номенклатурний та таксономічний. Номенклатурний підхід передбачає перелік назв небезпек, виокремленими за певними ознаками. Таксономічний підхід є складнішою системою класифікації небезпек за різними критеріями.

Нині не запропоновано єдиної класифікації небезпек [26]. Їх виокремлюють за такими ознаками:

- щодо джерел походження: техногенні, природні, соціальні, поєднані та ін.;
- щодо тривалості прояву: імпульсні, накопичувальні;
- щодо локалізації: пов'язані з певним впливом елементів довкілля;
- щодо наслідків: хвороби, травми, пожежі, летальні випадки, аварії;
- щодо поширення впливу: побутові, виробничі тощо;
- щодо структури: прості, складні;
- щодо характеру дії на людей: активні і пасивні.

Ідентифікація небезпеки передбачає визначення її типу та характеристик. Найпоширеніша класифікація передбачає чотири груп джерел. Так, як природні джерела небезпеки розглядають природні об'єкти, явища чи стихійні лиха, які становлять загрожують життю чи здоров'ю людини (наприклад, град, тумани, небезпечні рослини, віруси, комахи, тварини).

Як техногенні джерела небезпеки виокремлюють небезпеки: через використання механізованих і транспортних засобів; внаслідок експлуатації підіймального обладнання; застосування спалимих, легкозаймистих і вибухонебезпечних речовин та матеріалів; під час процесів, що відбуваються за підвищених температур та тиску; з використанням електричної енергії; хімічних речовин; впливу різних видів проміння (йонізувального, електромагнітного, акустичного та ін.).

Залежно від наслідків впливу на організм людини виробничі чинники поділяють на шкідливі та небезпечні. Небезпечні чинники призводять до травм, зокрема до опіків, обмороження та ін. Шкідливі фактори зумовлюють погіршення самопочуття, знижують працездатність, можуть призвести до хвороб, зокрема й професійних. На полях (у рослинництві) робота супроводжується впливом на працівників несприятливих умов.

Шкідливі та небезпечні виробничі чинники пов'язані між собою, межа між цими групами досить умовна. За певних умов шкідливі чинники потрібно розглядати як небезпечні. Наприклад, підвищена вологість повітря належить до несприятливих умов праці, адже може призвести до хвороб дихальної системи людини. Якщо ж людині доводиться працювати з електричним струмом у вологому приміщенні, то це стає небезпечно, а не просто шкідливо.

Згідно зі стандартом шкідливі чинники поділяють на такі групи: а) фізичні; б) хімічні; в) біологічні; г) психофізіологічні. До психофізіологічних можна також віднести важкі та напружені умови праці.

Небезпека лише вказує на те, що людині буде заподіяно шкоду. Для оцінення ймовірності та важкості прояву шкоди застосовують поняття ризику. Згідно із положеннями Закону України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності» як ризик розглядають кількісну міру небезпеки, що має враховувати ймовірність виникнення несприятливих наслідків від виробничої діяльності та можливі втрати від них.

Щодо рівня допустимості професійний ризик буває: а) знехтуваним (його рівень дуже малий – перебуває у межах допустимих відхилів природного рівня; б) прийнятним (його суспільство може прийняти, враховуючи техніко-економічні та соціальні можливості виробництва); в) гранично допустимим (цей найбільший ризик не повинен бути перевищеним, незважаючи на очікуваний результат виробничої діяльності); г) надмірний (такий ризик характеризується вкрай високим рівнем небезпеки, що здебільшого призводить до негативних наслідків) [27]. Досягти повної безпеки неможливо, тому нині концепція безпеки праці базується на досягненні прийнятного ризику.

Оцінення небезпек на робочому місці передбачає виявлення всіх можливих небезпек, які призводять до нещасного випадку, а також прогнозування важкості наслідків і ймовірності травмування (захворювання, пожежі, аварії). Джерелами виробничих небезпек можуть бути недосконалі технологія виконання робіт, помилки щодо організації праці, поведінка працівників, природні явища та ін. На основі оцінення небезпек і професійних ризиків ухвалюють обґрунтовані рішення, щоб зменшити вплив виявлених загроз.

Управління професійними ризиками має бути безперервним і систематичним [28]. Оцінювати ризики потрібно на різних етапах виробничого процесу: 1) перед введенням в експлуатацію обладнання чи облаштуванням нового робочого місця, 2) у разі змінення технологічного процесу, а також після аварій та нещасних випадків, що сталися на підприємстві. Працівників потрібно проінформувати про результати оцінення та запропоновані заходи щодо мінімізації ризиків.

Рішення щодо визначення виробничих небезпек та оцінення професійних ризиків ухвалює керівництво підприємства. Цю роботу мають виконувати спеціаліст з охорони праці або члени створеної робочої групи, до якої входять працівники підприємства. За потреби залучають зовнішніх експертів, що володіють методами з оцінення професійних ризиків на робочих місцях.

Процес оцінення професійних ризиків передбачає такі етапи: збирання початкових даних, виявлення небезпек і шкідливостей на робочих місцях, визначення ймовірності та важкості наслідків, розрахунок рівня професійного ризику, розроблення методів управління ризиками, формування вихідних даних. Щоб ідентифікувати небезпеки та професійні ризики, потрібно виявити усі об'єкти, ситуації та небезпечні дії на робочому місці, що становлять потенційні небезпеки. Потрібно проаналізувати як основні, так і допоміжні роботи, на постійних та тимчасових робочих місцях, а також непередбачувані ситуації. Окремо розглядають ризики, пов'язані з «людським чинником».

Для оцінення професійних ризиків використовують кількісні та якісні методик [29]. Кількісні методи базуються на процедурі оцінення ймовірності та наслідків ризиків. Якісні методи спрямовано на виявлення причин і видів професійних ризиків. За результатами оцінення визначають, чи ідентифіковані ризики є прийнятними та неприйнятними, що дозволить встановити пріоритети щодо впровадження заходів безпеки на робочих місцях.

Визначення виробничих небезпек і оцінення професійних ризиків дозволяє зосередитися на основних ризиках, які можуть мати серйозні наслідки. Щоб оцінити професійні ризики на механізованих процесах у рослинництві, необхідно виконати кілька послідовних кроків [30]:

1. Визначити джерело небезпеки на механізованому процесі.
2. Визначити, які працівники можуть постраждати та як це може статися.
3. Оцінити рівень професійного ризику та розробити запобіжні заходи для його зниження.
4. Розробити план заходів та впровадити їх.
5. Періодично оцінювати професійні ризики та контролювати їх.

Професійні ризики умовно виокремлюють на дві основні групи: керовані (ймовірність і інтенсивність впливу яких можуть бути зміненими зусиллями підприємства) та некеровані (ймовірність і інтенсивність впливу яких

залишаються практично незмінними незалежно від спроб їх змінити). Ідентифікація небезпек, оцінювання професійних ризиків та визначення заходів для управління ризиками лежать в основі системи управління охороною праці на підприємстві.

Вважаємо, що для оцінення професійного ризику механізаторів потрібно всебічно дослідити причини травматизму під час механізованих процесів у сільському господарстві. Потрібно зазначити, що переважну більшість досліджень з проблеми оцінення професійного ризику проводили раніше на підприємствах промисловості, енергетики та транспорту, а аграрна галузь виробництва залишилась поза увагою науковців. Але статистика нещасних випадків у сільському господарстві вказує на те, що ця галузь характеризується високою ймовірністю травмування. Після виконаного аналізу літературних джерел з даної проблеми можна зробити висновок, що дослідження технічних засобів безпеки (захисту) та високого рівня професійних ризиків на механізованих процесах у сільському господарстві належать до складних (комплексних) завдань.

## 2.2. Методи оцінювання професійних ризиків на робочих місцях

Нині у науковій літературі можна знайти ряд методів для оцінення професійних ризиків на виробництві [31]. Але серед їх різноманітності не встановлено, які з цих методів варто застосовувати на підприємствах сільського господарства. То ж у магістерській роботі було проаналізовано недоліки і переваги найбільш широко використовуваних методів оцінювання професійних ризиків. Цей аналіз виконано у вигляді блок-схем (рис. 2.1 – 2.2 та інші), в яких для кожен метод коротко охарактеризовано, вказано основні переваги та недоліки.

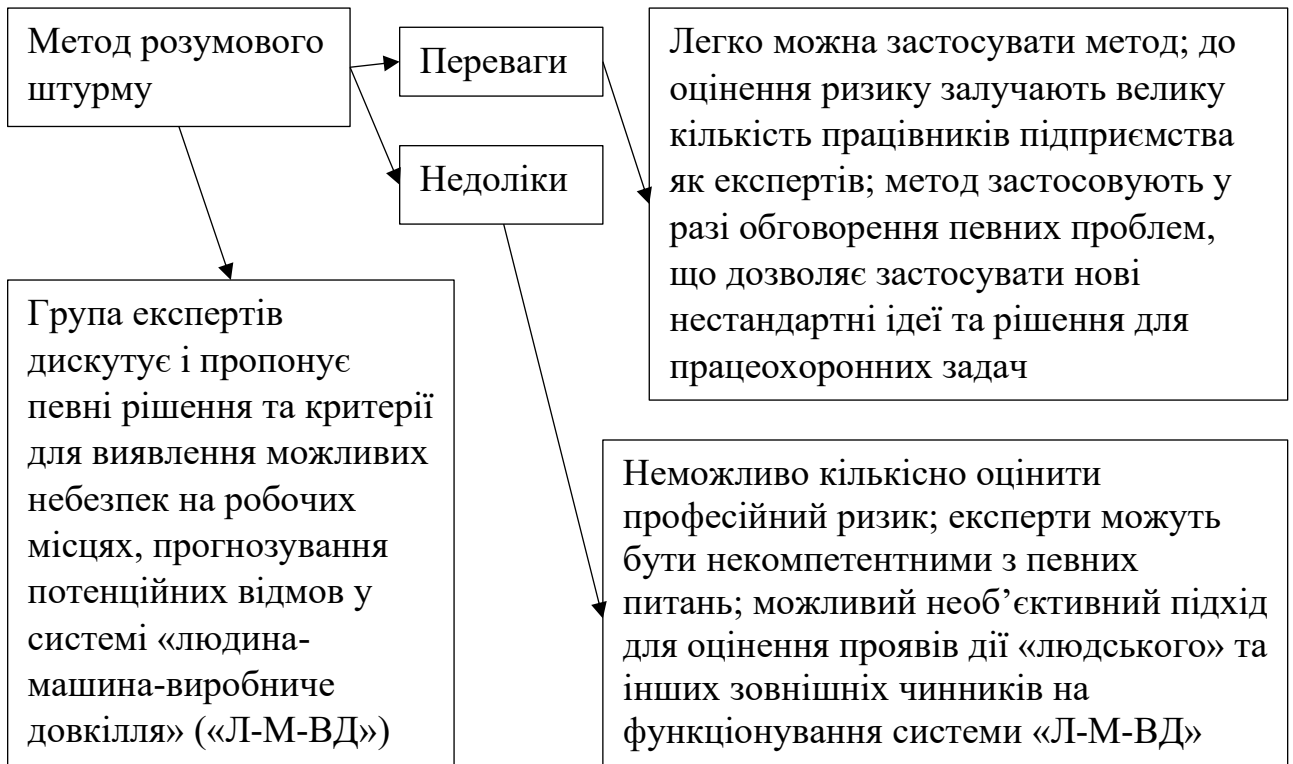


Рис. 2.1. Переваги та недоліки методу розумового штурму

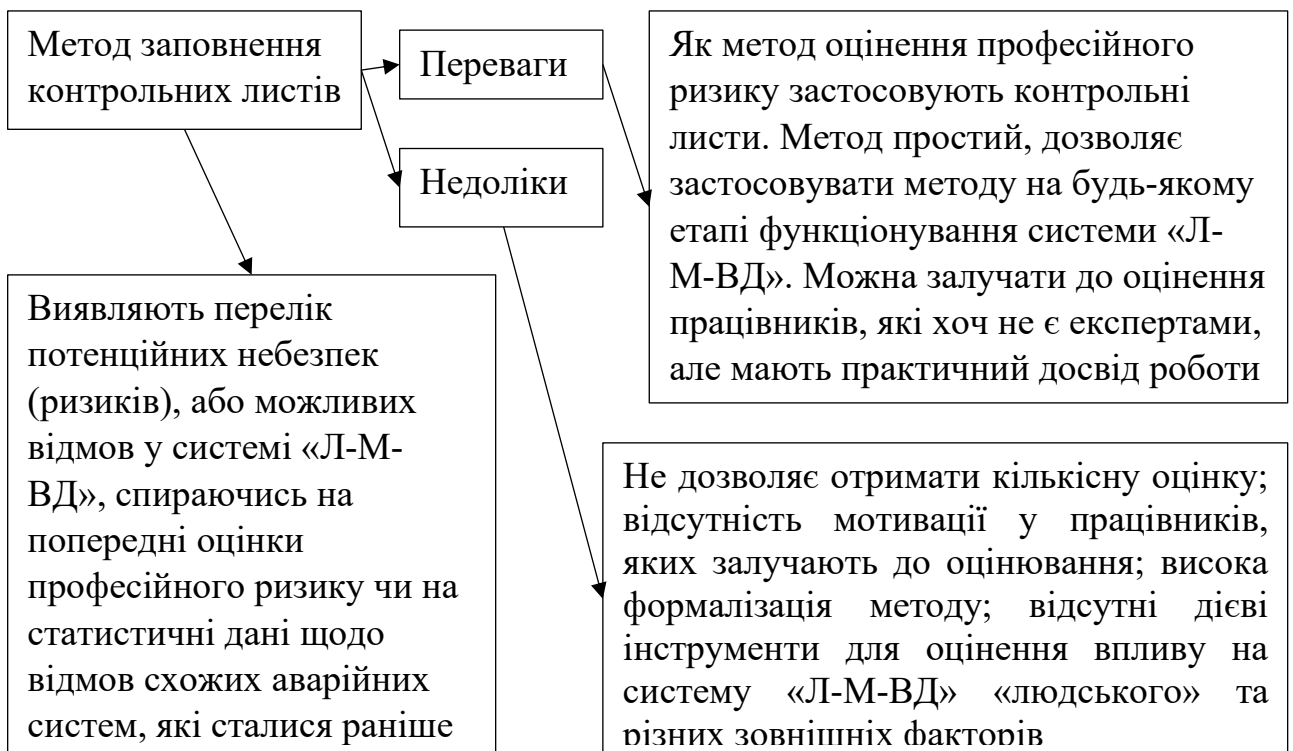


Рис. 2.2. Переваги та недоліки методу заповнення контрольних листів

Метод Файн-Кінні (рис. 2.3) вважають найбільш використовуваним методом оцінювання професійних ризиків на підприємствах. Його рекомендують зокрема й для аграрних холдингів. У цьому методі схильність працівників ризикувати можна оцінити у числових категоріях від 0 балів (не схильні ризикувати) до 10 балів (безумовна схильність до ризику). Аналогічно у такому ж числовому діапазоні визначають ймовірність виникнення небезпечної ситуації – 0 балів (не може виникнути, тобто неможлива) до 10 балів (очікувано відбудеться). Важкість наслідків нещасного випадку запропоновано оцінювати від 1 балу (якщо мінімальні наслідки) до 100 балів (катастрофічні наслідки з великою кількістю загиблих).



Рис. 2.3. Переваги та недоліки застосування методу Файн-Кінні

У цьому методі математичне поєднання як добуток зазначених раніше чинників дозволяє визначати професійний ризик щодо ступеню його прийнятності (серйозності) у вигляді 5 окремих груп [32]:

1. Ризик є прийнятним (діапазон від 0 до 20 балів).
2. Ризик оцінюють як можливий, тому його потрібно регулярно контролювати (діапазон від 20 до 70 балів).
3. Ризик оцінюють як серйозний, тому необхідно покращити заходи безпеки праці (діапазон від 70 до 200 балів).
4. Ризик оцінюють як високий, що вимагає негайного та радикального покращення наявних заходів безпеки праці (діапазон від 200 до 400 балів).
5. Ризик оцінюють як вкрай високий, тобто неприпустимий, коли необхідно одразу зупинити роботу (кількість балів більше 400).

Оцінення ризиків згідно з методом Файн-Кінні має закінчитися заповненням спеціальної матриці (упорядкованої системи) та розробленням карт професійних ризиків для робочих місць, де проводили експертне обстеження.

Близькими до методу Файн-Кінні є алгоритми кількох інших методів оцінення професійних ризиків, які відповідають рекомендаціям стандартів серії OHSAS. До цих методів належать: побудова графів оцінення ризику; оцінення ризиків на основі матриці «ймовірність-збиток» та ін. зі схожими перевагами і недоліками, якщо порівнювати з методом Файн-Кінні.

Щоб попередньо оцінити професійні ризики на робочих місцях, використовують метод заповнення матриці наслідків і ймовірності їх настання. Згідно з цим методом несприятливі наслідки виконання робіт потрібно розташувати згідно їх пріоритетом (згідно з важкістю наслідків можливих небезпек, а також ймовірності їх настання). Форму матриці використовують для того, щоб:

- проаналізувати критичність у методі FMEA;

- встановити пріоритетність запропонованих заходів після аналізу ступеню небезпеки і працездатності системи HAZOP;
- кількісно проаналізувати небезпеки за відсутності достовірної інформації.

Саме у тому, щоб встановити ранг професійних ризиків, та відносній легкості практичного застосування методу полягають його переваги. Недоліки методу: а) його суб'єктивність (відсутність об'єктивного підходу); б) залежність результатів аналізу від ступеню ретельності дослідження (тобто кваліфікації виконавців-експертів); в) неможливо врахувати особливості різних підприємств та зовнішніх чинників випадкового характеру (тобто стохастичної природи).

У методі Елмері запропоновано досліджувати сім груп виробничих чинників на робочому місці, які суттєво впливають на безпеку праці. До таких груп чинників належать: 1) особливості виробничого (технологічного) процесу; 2) ступінь упорядкування та забезпечення чистоти на робочому місці; 3) забезпечення безпеки праці під час застосування виробничого обладнання; 4) шкідливі параметри довкілля; 5) ергономічні параметри на робочому місці; 6) стан проїздів та проходів (їх незахаращеність); 7) наявність (стан) шляхів евакуації та можливість надання першої домедичної допомоги потерпілим.

За результатами дослідження груп вказаних чинників на робочих місцях експерти заповнюють анкети, в яких проти кожного проаналізованого чинника потрібно виставити одну з двох протилежних оцінок: «добре» чи «незадовільно». На основі виставлених оцінок згідно з алгоритмом розраховують індекс Елмері у відсотках у діапазоні від 0 до 100.

Як переваги цього методу вказують: зрозумілість алгоритму та швидкість проведення, виконавці-експерти можуть не мати особливих навичок і компетенцій. Але цей метод не передбачає оцінення можливості (ймовірності) помилкових дій працівника під час роботи (тобто не враховує «людський чинник»).

Особливістю методу структурованих опитувань є те, що потрібно з'ясувати думки працівників щодо наявних чи можливих небезпек і шкідливостей на робочому місці згідно із заздалегідь розробленим переліком питань. На основі відповідей можна оцінити ступінь професійного ризику. Перевагою цього методу є знання залученими працівниками-експертами особливостей виконання роботи та задіяного обладнання (інструменту). Це дозволяє різнобічно проаналізувати проблему безпеки праці на робочому місці. Але неможливо отримати кількісні результати оцінення професійного ризику, з врахуванням впливу на стан безпеки «людського» та зовнішніх чинників.

Метод Делфі (рис. 2.4) є різновидом методу розумового штурму.

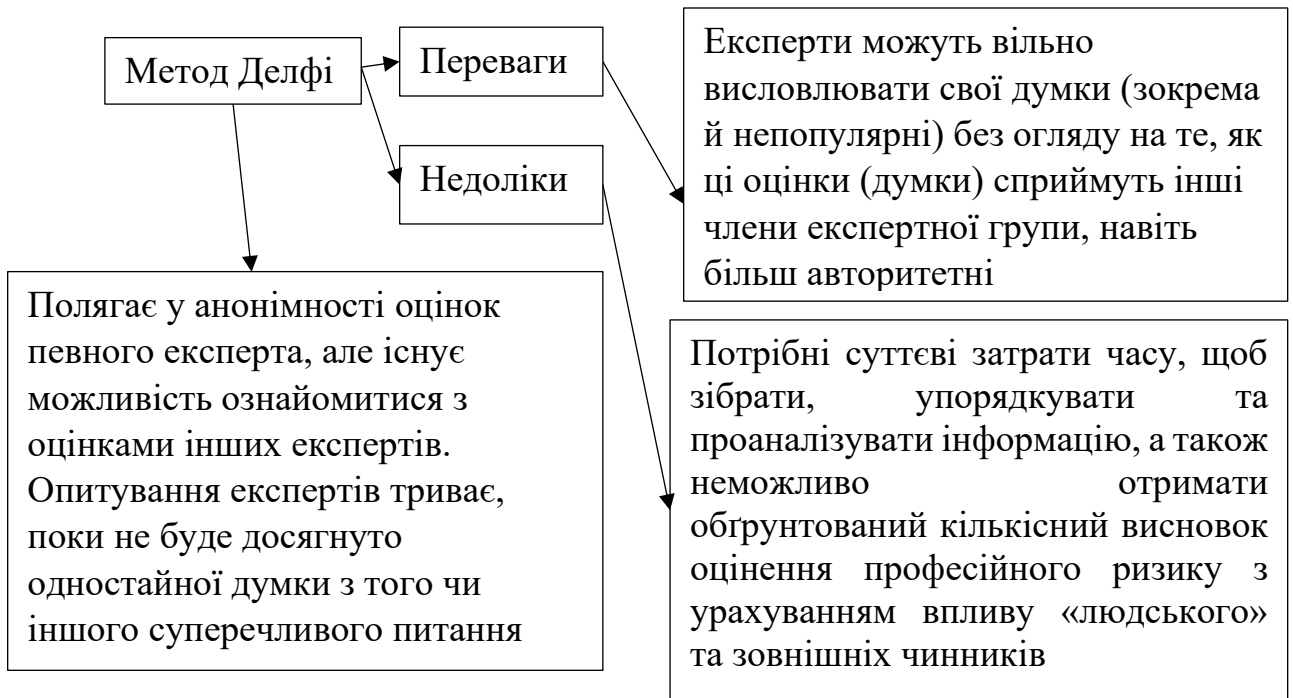


Рис. 2.4. Переваги та недоліки застосування методу Делфі

Метод попереднього аналізу виробничих небезпек полягає у встановленні небезпечних подій, що можливо порушать нормальний режим роботи. Потрібно зібрати інформацію про стан обладнання та умови його роботи (кількість та розташування), а також про використовувані у технологічному процесі речовини

і матеріалів, умови виробничого довкілля. Переваги цього методу здебільшого такі ж, як і у вище описаних методів, а про його недоліки свідчить сама назва: метод можна використовувати лише, щоб отримати попередні, часто необ'єктивні результати. Але ці попередні результати можна використати як вхідну інформацію в інших методах, що дозволяють виконати більш детальне оцінення професійного ризику.

З виконаного нами детального аналізу зазначених та інших методів оцінення професійного ризику випливає, що вони мають певні переваги та недоліки, здебільшого ці методи можуть доповнювати один одного.

Згідно із стандартами з безпеки та здоров'я на роботі, які рекомендовано у розвинених країнах світу та Україні, алгоритм оцінювання професійних ризиків передбачає виконання таких послідовних етапів [33]:

1. Визначити (ідентифікувати) небезпеки на робочому місці.
2. Оцінити, коли небезпеку на робочому місці можна буде класифікувати, як професійний ризик.
3. Визначити ймовірнісні параметри професійного ризику, окремо розглянувши вплив «людського», тобто з боку працівника, та зовнішніх чинників.
4. Оцінити ймовірну ефективність запропонованих (розроблених) заходів і засобів, що дозволять управляти професійними ризиками.
5. Оцінити рівні професійного ризику після впровадження заходів з охорони праці.
6. Порівняти рівні професійного ризику щодо прийнятності, допустимості чи недопустимості тощо.

Кожен із проаналізованих методів оцінення професійного ризику дозволяє забезпечити виконання лише кількох зазначених вище етапів оцінювання. Тобто жоден з них не може окремо комплексно оцінити рівень професійного ризику, забезпечивши об'єктивність оцінення.

Отже, використання методу оцінення професійного ризику потребує попереднього обґрунтування. Це ускладнює процедуру оцінювання ризику, адже необхідно враховувати певні небезпеки внаслідок збільшення кількості можливих помилок у разі застосування кількох методів. Кожен з методів характеризується недоліками, а отже, чим більшу кількість методів використовують, то тим більше може статися помилок та необ'єктивності [34].

Обґрунтування того, чи той чи інший метод є прийнятним для певного етапу оцінювання ризиків, є суб'єктивним процесом (а отже може бути помилковим), оскільки пропозиції щодо застосування методів надають експерти (тобто це проява «людського чинника»). Також потрібно, щоб на підприємствах (особливо малих і середніх, зокрема аграрних) були фахівці відповідної працезохоронної компетенції.

### РОЗДІЛ 3. ЗАСОБИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАЛЕЖНИХ УМОВ ПРАЦІ МЕХАНІЗАТОРІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1. Особливості умов праці механізаторів (у кабінах тракторів та комбайнів)

Для галузі рослинництва важливим є скорочення термінів виконання сезонних механізованих робіт, що дозволяє отримувати високі врожаї. Але у період сезонних польових робіт механізаторам доводиться працювати по 10-12 годин у день, тобто майже світловий день. Тому необхідно, щоб умови праці механізаторів відповідали санітарно-гігієнічним вимогам [35]:

а) кабіна трактора (комбайна) має захищати працівника від пилу, атмосферних опадів, шуму роботи двигуна та інших систем, холоду, спеки й інших несприятливих зовнішніх впливів;

б) на сидіння трактора (комбайна) не повинна передаватися підвищена вібрація;

в) органи керування трактора (комбайна) повинні бути розміщені зручно для механізатора, контрольні прилади, гальма та інші пристрої безпеки праці мають бути справними;

г) має бути забезпечено належну оглядовість місць виконання робіт з кабіни.

Вважають, що умови роботи механізаторів залежать від конструкційних і експлуатаційних чинників. Для забезпечення конструкційних чинників у кабіні трактора (комбайна) улаштовано вентиляційну та опалювальну системи, кондиționери тощо. Експлуатаційні чинники умов праці визначаються станом полів (наприклад їх сплануванням та вирівнюванням), польових і сільських доріг, адже за нерівностей землі на підвищеній швидкості зростає напруженість роботи механізатора. Нерівний рельєф поля, великі брили землі, глибокі борозни

розгойдують агрегат, стомлюють механізатора, йому стає важче керувати трактором (комбайном, агрегатом).

Конструктори робочого місця трактора (комбайна) враховують позу механізатора, його можливі рухи, розміри сидіння, засоби передавання та отримання інформації. Глибину і ширину сидіння, висоту спинки сидіння, її кут нахилу, відстань від важелів керування, розташування щодо щитка приладів і оглядових вікон кабіни нині у сучасних тракторах (комбайнах) можна регулювати індивідуально.

Органи керування мають бути улаштовані так, щоб кінцівки механізатора не були перевантажені і кожним органом керування можна було скористатися ефективно. Кнопки та тумблери, як засоби керування, невеликі зручні важелі, які розташовано на одній панелі з малими зусиллями для увімкнення, суттєво спрощують керування трактором (комбайном) [36].

Ступінь запиленості у кабіні трактора (комбайна) повинна бути мінімальною. Кількість пилу, що потрапляє до кабіни під час роботи, залежить від ґрунтово-кліматичних умов на полі, конструкції трактора (комбайна), напрямку і швидкості вітру, виду виконуваних механізованих робіт, швидкості агрегата. Концентрація пилу в повітрі кабіни трактора (комбайна) не повинна перевищувати  $6 \text{ мг/м}^3$ . Але у кабінах тракторів, які швидко рухаються на полі, концентрація пилу суттєво вище, незважаючи на засоби вентилявання. Концентрацію пилу в кабіні трактора (комбайна) можна зменшити її герметизацією чи створенням повітряного потоку від органів дихання.

Шум, джерелом якого є двигун, ходова система, передавальні та інші механізми трактора (комбайна) негативно діє на нервову систему механізатора та його органи слуху, може знижувати працездатність. Вплив шуму на організм механізатора залежить від його рівня і частотного складу. Допустимий рівень шуму в кабіні трактора (комбайна) не повинен перевищувати 80 дБА. Для вимірювання рівнів шуму використовують шумоміри. Зі збільшенням швидкості

руху трактора (комбайна) рівень шуму в кабіні зростає. Щоб зменшити шум у кабіні встановлюють глушник і улаштовують противошумову ізоляцію [37].

Важливим для поліпшення умов праці механізаторів є зменшення вібрацій у кабіні трактора (комбайна). Зокрема, вібрація, тобто механічні коливання, струси, тремтіння несприятливо впливають на людину, що перебуває у положенні сидячи. Тривалий вплив вібрацій зумовлює вібраційну хворобу, що проявляється у змінненні судин кінцівок, порушенні роботи нервово-м'язового і кістково-суглобного апаратів організму людини. Вібрація з частотою коливання близько 10 Гц за амплітуди понад 1,2 мм суттєво знижує точність і швидкість рухів, а з частотою 20-30 Гц і за амплітуди 1,6 мм значно зменшує гостроту зору (до 40%). Спільний вплив підвищених рівнів вібрації і шуму до 25 дБ знижують чутливість слуху [38].

Зусилля, яке механізатор має задіяти для керування трактором (комбайном), залежить від багатьох причин, зокрема від конструкції, швидкості руху, маси агрегату, виду і стану ходової системи, механізму привода, типу механізму повертання тощо. Щоб полегшити керування і гальмування трактором (комбайном) улаштовано гідропідсилювачі.

Стійкість руху сільськогосподарського агрегату впливає не лише на агротехнічні показники, а й на умови праці і залежить особливо від конструкції ходових органів і підвіски. У разі підвищення робочих і транспортних швидкостей трактора (комбайна) стійкість руху погіршується [39]. Стійкість характеризує опір перекиданню трактора, тобто здатність зберігати прямолінійний рух, а під керуваність – найменший допустимий радіус повертання машини, за якого трактор може рухатися, не перекидаючись, може легко відновлювати порушений рух чи змінювати його напрямок відповідно до вимог експлуатації. Ці зазначені властивості руху взаємозалежні і взаємообумовлені.

Стійке положення ґрунтообробних агрегатів залежить від опору ґрунту, маси приєднаних знарядь, сили тяги, кута напрямку її щодо горизонту. Зі зменшенням глибини оранки стійкість знарядь зростає. Через нерівномірність опору по ширині захвату та опору перекочуванню коліс у ґрунтообробних агрегатів виникають поперечні коливання, які є особливо небезпечними у разі роботи на підвищених швидкостях.

Одним з важливих експлуатаційних показників роботи трактора є плавність ходу агрегату. Від плавності ходу залежить якість виконання роботи агрегатом, його продуктивність, довговічність і економічність роботи, а також безпека руху і самопочуття механізатора. Плавність ходу трактора залежить від рельєфу поверхні, майстерності механізатора керувати трактором, швидкості руху, нерівноваженості деталей та нерівномірності їх обертання.

Плавність ходу буде кращою у разі використання шин низького тиску та індивідуальної підвіски коліс. Для колісних тракторів усереднене прискорення коливань за швидкості руху близько 10 км/год не повинне перевищувати 0,18g, однак навіть на достатньо рівному полі частота коливань нерідко становить 0,69g (для гусеничних тракторів 0,45g). Вертикальне прискорення на сидінні колісного трактора, який їде по стерні, у разі підвищення швидкості від 7 до 20 км/год суттєво зростає, зокрема у разі переїжджання через нерівність поля майже на 30 %.

Щоб забезпечити зручність роботи механізатора кабіни сучасних тракторах обладнано вентилятором, кондиціонером, захисним каркасом і пасками безпеки, регульованим сидінням (щодо маси працівника, висоти, руху назад і нахилу спинки), зручним пультом керування, регульованою кермовим стовпчиком, тонованим панорамним передніми і бічними склом (засклена площа кабіни досягає 4-5 м<sup>2</sup>), а також іншим устаткуванням комфорту і безпеки (рис. 3.1).

Нині досить жорсткі вимоги висувають до зниження рівня шуму в кабінах тракторів до допустимих значень. У кабінах тракторів після 3-4 років

експлуатації реальний рівень шуму (за максимальної потужності двигуна трактора) досягає 86-98 дБА. Щоб знизити рівень шуму в кабіні тракторів улаштовують протишумове облицювання внутрішніх стінок.

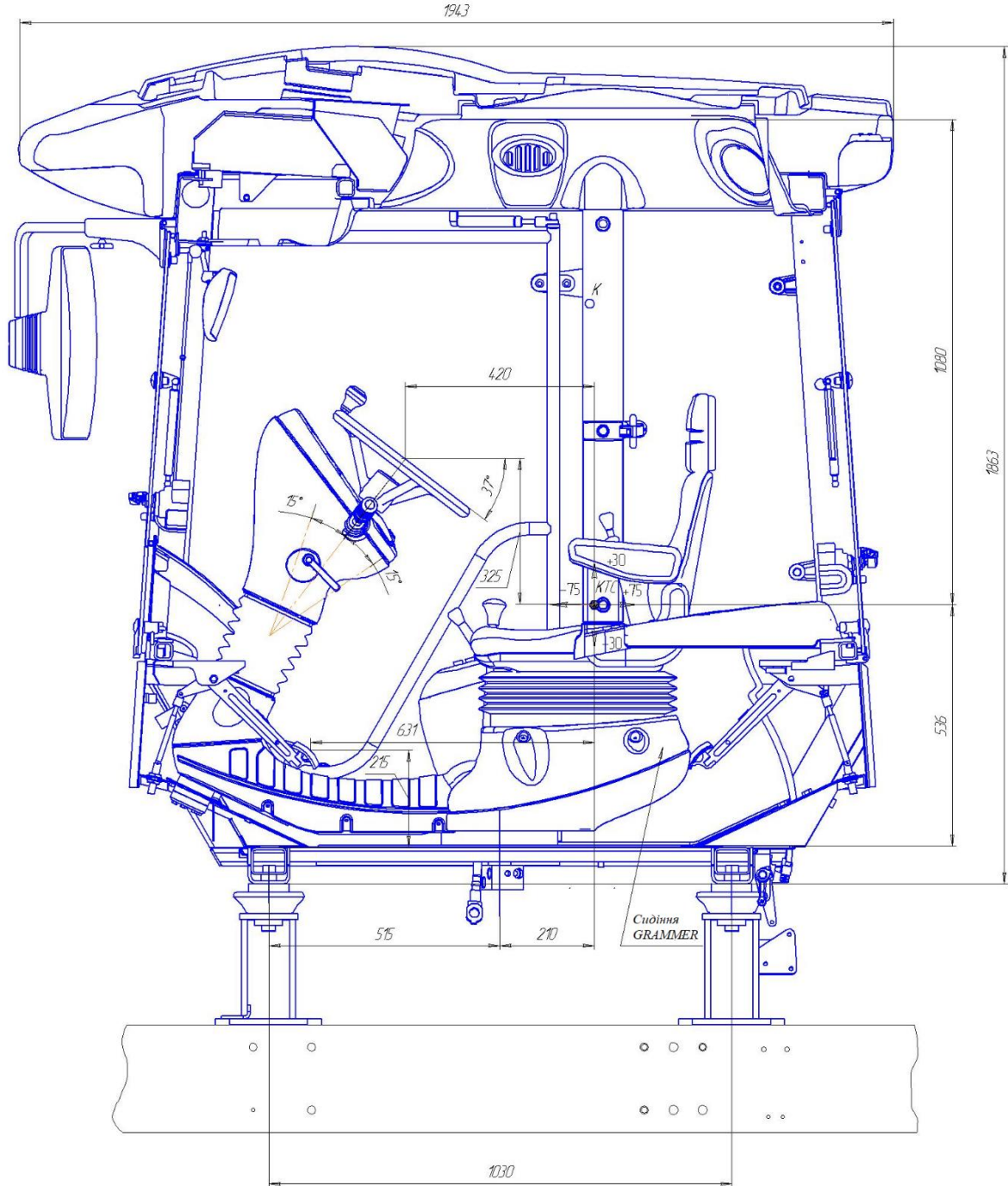


Рис. 3.1. Улаштування кабіни сучасного трактора з погляду забезпечення умов праці механізатора

На сидіннях тракторів спинку сидіння можна переставити у спеціальних вирізах під різним нахилом. Правильне налаштування висоти, нахилу та опори для спини механізатора зменшує навантаження на хребет та м'язи, запобігає больовому відчуттю та дискомфорту.

Також додатково кабіни тракторів установлюють на гумових амортизаторах (у трьох чи чотирьох точках). Знизити рівень шуму до допустимого значення (80 дБА) дозволяє застосування косозубих шестірень у коробці передач і силовій передачі (як це зроблено у тракторах фірми «Джон Дір»). Рівень шуму у кабіні трактора (комбайна) знизиться після застосування шумопоглинальної мастики, поролону, пресованого картону та інших матеріалів.

Нормативними документами безпеки праці необхідно обмежити вертикальні коливання з частотою 4-8 Гц і горизонтальні коливання з частотою 1-2 Гц. Кабіна трактора зазнає під час руху коливань у широкому діапазоні частот. Від мікрорельєфу дороги через підвіску каркаса трактора йдуть випадкові низькочастотні коливання частотою здебільшого до 10 Гц. Від двигуна і силовій передачі кабіна трактора зазнає періодичних коливань з вищою частотою (понад 20 Гц). Кріплення кабіни до рами трактора через гумові амортизатори й антивібраційне крісло механізатора є досить ефективним щодо вертикальних коливань (сила поштовхів, які йдуть від рами до тіла механізатора, знижується у два рази і більше). Але системи поглинання горизонтальних коливань кабіни тракторів ще недостатньо ефективні.

Для захисту механізатора від надходження пилу і впливу доквілля установлюють на тракторах герметичні закриті кабіни з ущільненими дверцятами та вікнами. Щоб створити незначний надлишковий тиск усередині кабіни трактора (комбайна), улаштовують кондиціонування повітря у кабіні, що також дозволяє забезпечити рух повітря, обдування вітрового скла (розморожування), фільтрування повітря, його підігрівання чи охолодження. Ця задача зважується в даному дипломному проекті, що буде розглянуто нижче.

Підлогу і дах кабіни тракторів (комбайнів) часто покривають шаром термо- і шумоізолювальної мастики товщиною 2-3 мм, на який наклеєно шумоізолювальний картон. На передній зовнішній стінці кабіни з боку потоків теплого повітря від двигуна на мастиці укладають два шари азбестової тканини.

Скло дверцят кабіни за потреби можна підняти вгору так, щоб воно заходило в ущільнення, опустити вниз чи зафіксувати фіксатором у проміжному положенні.

На рис. 3.2, можна побачити модернізовані елементи кабіни трактора.

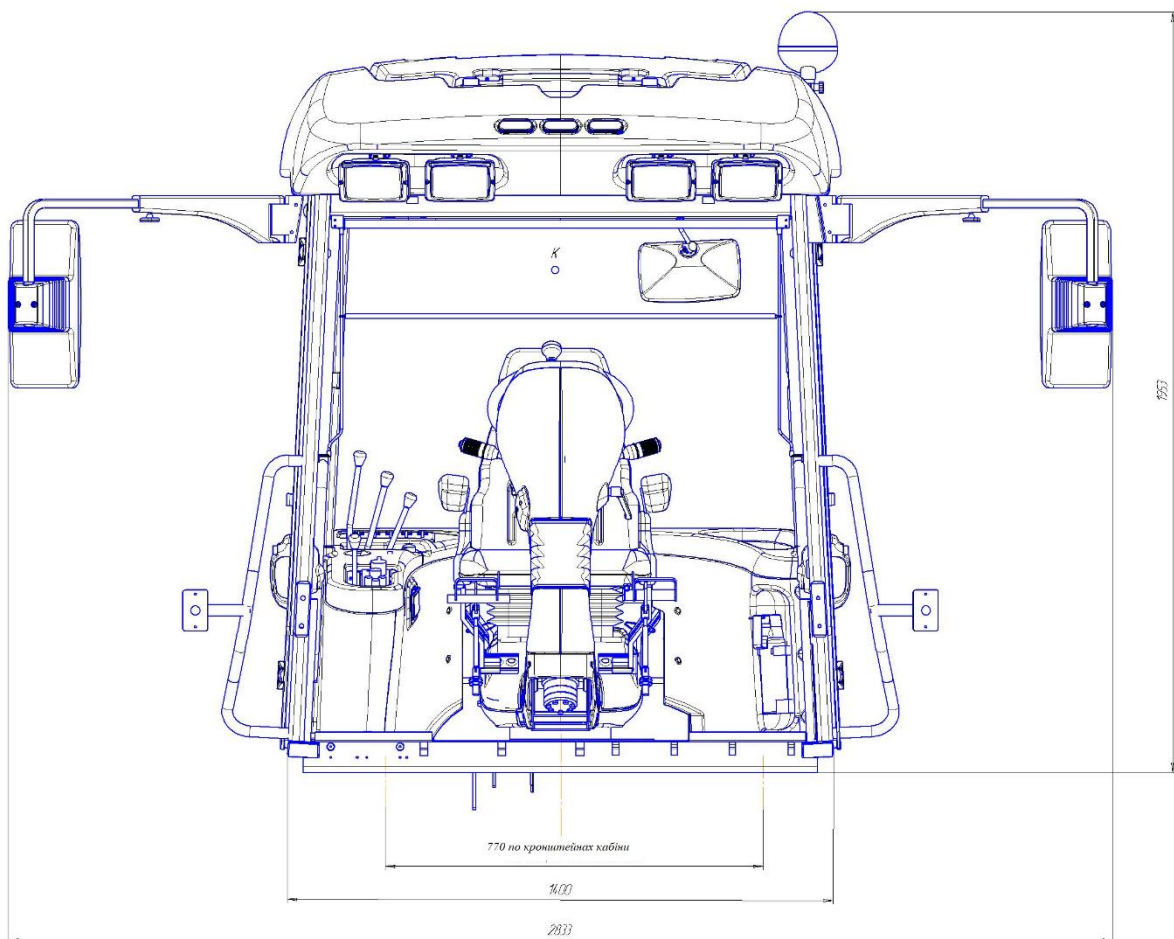


Рис. 3.2. Модернізовані елементи кабіни трактора щодо поліпшення умов праці

Систему кондиціонування повітря в кабіні трактора (комбайна) улаштовано так. Встановлений у кабіні вентилятор створює різниця тиску повітря у кабіні і поза нею, що перешкоджає потраплянню пилу і бруду усередину кабіни. Здебільшого достатньо забезпечити продуктивність вентилятора  $14 \text{ м}^3/\text{хв}$  за надлишкового тиску  $1,8 \text{ кПа}$ . Вхід повітря до кабіни закривають сіткою і розташовують як можна далі від випускної труби та сильно запилених зон. Щоб видаляти вологу з усмоктувального повітря, улаштовано дренажні отвори у нижній частині випарника, застосовують усмоктування типу жалюзі. Для підігрівання повітря у кабіні трактора найчастіше встановлюють підігрівник, до якого надходить тепло двигуна трактора за допомогою змійовика з гарячою водою.

Одним з важливих аспектів безпеки праці під час керування трактором є дотримання належної видимості з кабіни (робочої та інших зон). Щоб забезпечити виразний та неперервний огляд з кабіни, потрібно очищати лобове скло та дзеркала заднього виду від бруду, пилу та іншого бруду. Необхідно звертати уваги на стан дзеркал трактора, оскільки вони забезпечують огляд «сліпих» зон. Дзеркала налаштовують відповідно до зросту водія та умов експлуатації, це оптимізує кут огляду робочих зон та мінімізує «сліпі» зони.

Тривалі робочі зміни за кермом трактора, які характерні для роботи механізаторів у сезонні періоди, вимагають належної ергономіки та комфортних умов для механізатора. Це дозволяє мінімізувати втому та підвищити ефективність роботи.

Кермове колесо у кабіні трактора необхідно налаштувати для зручного положення рук механізатора, щоб уникнути надмірного нахилу або розтягування. Це знижує навантаження на плечі та кисті рук механізатора під час тривалої роботи.

Запобігти передчасній втомі та зменшити навантаження на очі механізатора також дозволяє належний рівень освітлення робочої зони, достатня

яскравість та відсутність засліплювальних відблисків. Механізатор має регулярно перевіряти справність усіх фар трактора, індикаторів та лампочок освітлення, своєчасно замінювати перегорілі елементи. Щоб досягти оптимальної світлотіньової межі, потрібно відрегулювати напрямок світла фар, не допускаючи засліплення інших учасників дорожнього руху. Потрібно підтримувати чистоту та прозорість відбивачів та розсіювачів світла, що забезпечить максимальну яскравість. Своєчасне технічне обслуговування та замінення зношених чи пошкоджених елементів (компонентів) забезпечує безперебійну роботу систем освітлення та сигналізації трактора, підвищує безпеку під час експлуатації трактора за різних умов та виробничих ситуацій.

Необхідно періодично перевіряти справність пасків безпеки та їх регулювати відповідно до зросту та комплекції механізатора. Ці засоби безпеки мінімізують ризик травмування у разі настання аварійної ситуації чи перекидання трактора.

Кабіна трактора обладнують засобами гасіння пожежі. Потрібно періодично перевіряти стан вогнегасника, терміни його придатності та наявність пломби. Вогнегасник розташовують у легкодоступному місці на тракторі, щоб його без затримки можна було задіяти у разі загоряння.

Залежно від пори року в кабіні трактора потрібно підтримувати комфортну температуру (вищу чи нижчу) в кабіні за допомогою системи опалення або кондиціонування.

У більшості тракторів нині улаштовано рідинну систему опалення кабіни калориферного типу, в якій відбувається примусове циркулювання рідини і повітря (рис. 3.3). Для цих системах характерними є певні конструкційні відмінності, але їх принцип дії практично однаковий.

Кабіни тракторів здебільшого обладнано вентиляційно-опалювальною системою. Конструкція такої системи наступна: два вентилятори-опалювачів та блок фільтрів, які улаштовано на даху кабіни. Після увімкнення вентилятора

через фільтри надходить очищене зовнішнє повітря, яке далі проходить через радіатор опалювача, відповідно нагрівається і потрапляє до кабіни через повітророзподільник.

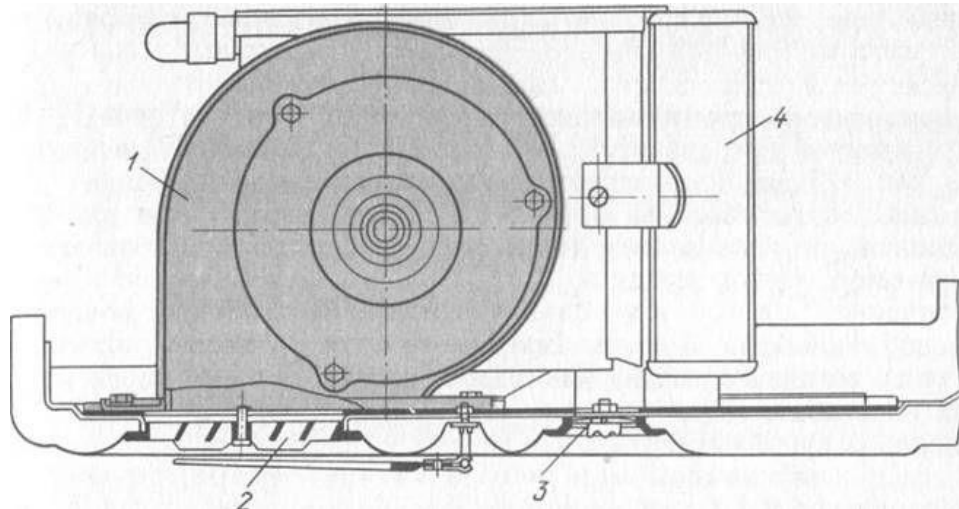


Рис. 3.3. Схема конструкції типової системи вентиляції та опалення кабіни тракторів: 1 – вентилятор з електродвигуном; 2 – розподільник повітря; 3 – рециркуляційна заслінка; 4 – фільтр

У кабінах тракторів також улаштовують блок для нагрівання і охолодження повітря (рис. 3.4).

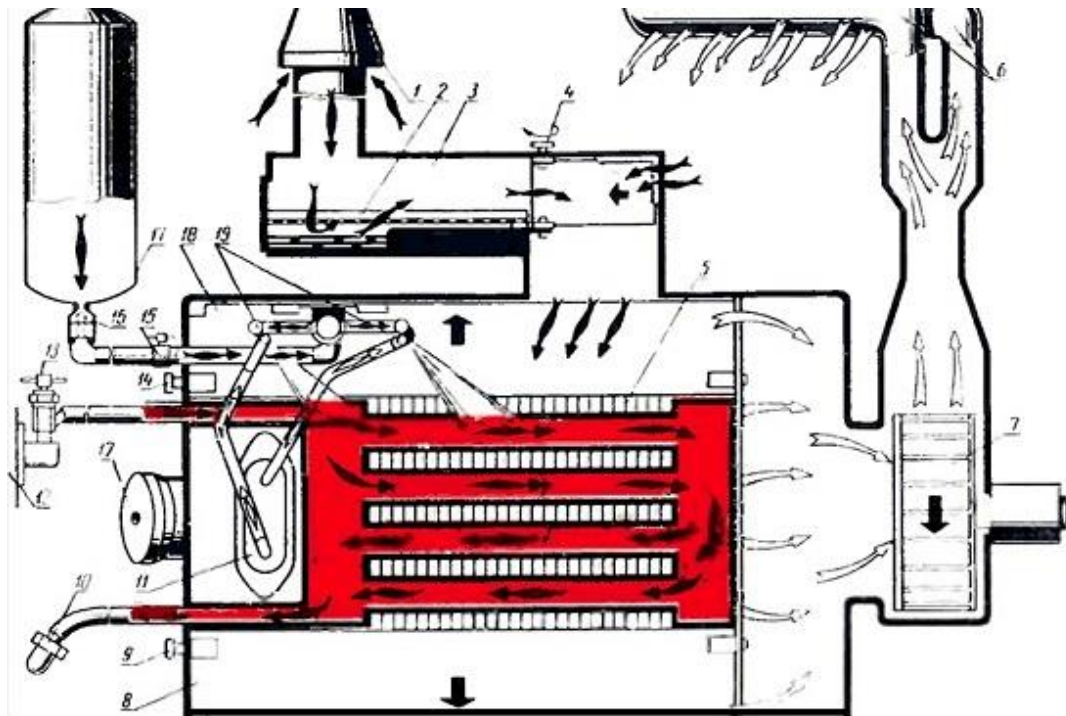


Рис. 3.4.. Схема конструкції блоку для нагрівання і охолодження кабіни тракторів: 1 – фільтр грубого очищення; 2 – оливний фільтр; 3 – внутрішній повітрозабірник; 4 – ручка накривки рециркуляційного люка; 5 – радіатор; 6 – розподілювач повітря; 7 – крильчатка вентилятора; 8 – заслінка; 9 – ручка заслінки; 10 – штуцер відведення; 11 – фільтр водяного насосу; 12 – головка блоку циліндрів двигуна; 13 – запірний краник; 14 – ручка заслінки; 15 – запірний кран; 16 – дросель ресивера; 17- ресивер; 18- ліва заслінка; 19 - розпилювачі

3.2. Розрахунок параметрів віброізоляції робочого місця (сидіння) механізатора

У сучасних тракторах конструкцію сидіння механізатора можна вважати достатньо комфортною (рис. 3.5).

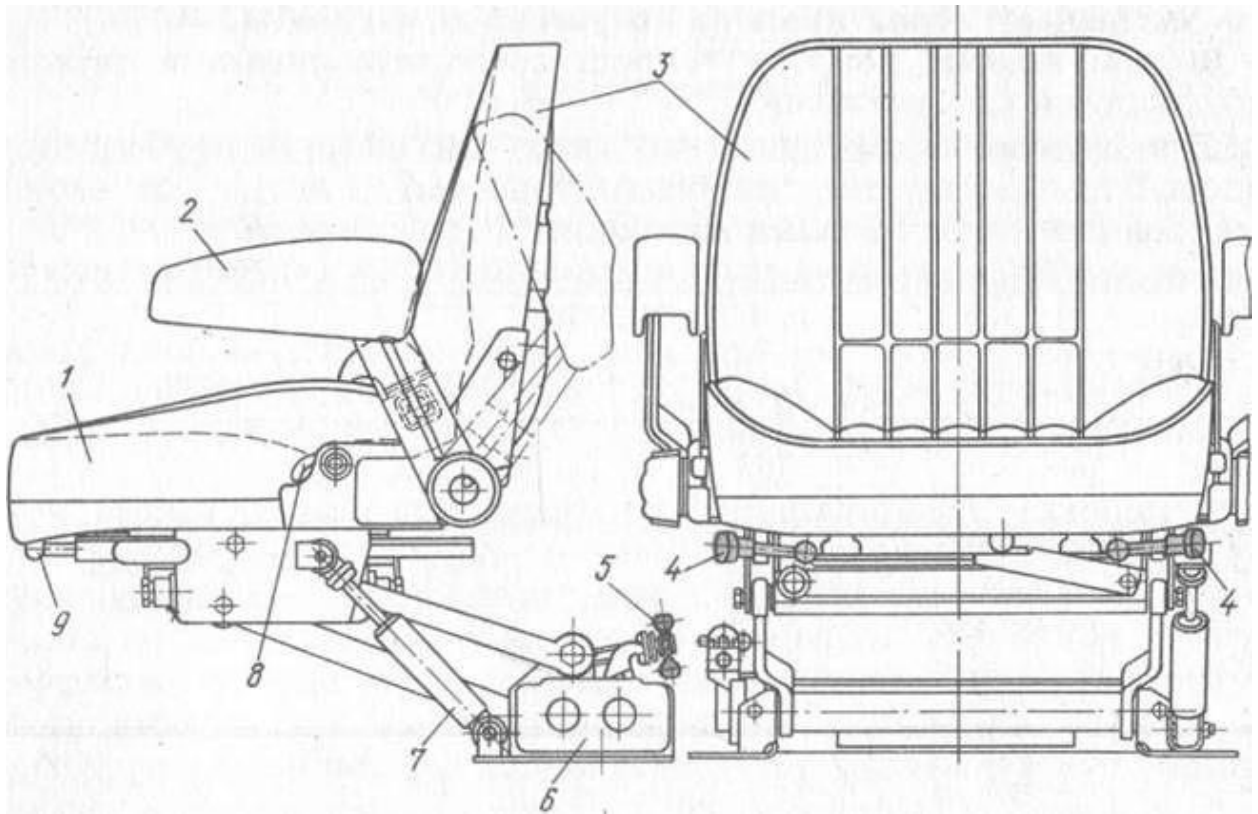


Рис. 3.5. Конструкція елементів комфортного сидіння у кабіні тракторів: 1 – подушка сидіння; 2 – підлокітник; 3 – спинка сидіння; 4 – рукоятка для фіксування кута нахилу сидіння у поперечній площині; 5 – рукоятка, щоб регулювати розміщення сидіння по висоті (чи відповідно до ваги тіла механізатора); 6 – остов сидіння; 7 – амортизатор; 8 – рукоятка засувки фіксатора нахилання спинки сидіння; 9 – важіль фіксатора горизонтального регулювання положення сидіння

Знизити підвищений рівень вібрації на робочому місці механізатора у кабіні трактора дозволяє конструкція сучасного сидіння, що має забезпечити зручність робочої пози [40]. Сидіння у кабінах тракторів нині проєктують так, щоб знизити вертикальні амплітуди коливань механізатора на сидінні, тобто воно опирається на віброзахисну підвіску. Її встановлюють між підлогою кабіни (що є

джерелом вібрації внаслідок коливань кабіни) і механізатором (як об'єкта віброізолювання).

Сидіння у кабіні трактора (комбайна) потрібно розглядати як поєднання двох основних частин: місце для сидіння зі спинкою з підголовником і підвіска. Щоб сконструювати комфортне сидіння, потрібно враховувати параметри тіла механізатора. Загалом сидіння розраховують для людини з певними усередненими характеристиками.

Захистити механізатора від підвищених рівнів вібрації можна двома методами: регулюючи сидіння, позбавляючись високочастотної вібрації, а від низькочастотної вібрації – амортизацією.

Розрахунок параметри віброізоляції сидіння механізатора у кабіні передбачає визначення: а) величини коефіцієнта ефективності віброізоляції; б) величини амплітуди віброшвидкості (віброприскорення) і вібропереміщення сидіння щодо основи (підлоги кабіни) для кожного з гармонійних складників полігармонійного коливання кабіни; в) підсумовані середньквдратичні величини віброшвидкості (віброприскорення) у кожній октавній частотній смузі. Після виконання зазначених розрахунків потрібно порівняти результати з допустимими значеннями.

Вкажемо початкові дані, на яких базується розрахунок. Нехай:

1. Маса тіла механізатора  $m_l = 80$  кг.
2. Маса підресорної частини сидіння  $m_c = 16,5$  кг.
3. Приведена жорсткість пружини, на яку спирається сидіння, де перебуває механізатор,  $c = 6520$  Н/м.
4. Амплітуда переміщення сидіння  $y_0 = 6$  мм = 0,006 м.
5. Коефіцієнт демпфування (коефіцієнт в'язкого опору демпфера  $b = 700$  Н·с/м.
6. Частота вимушених коливань сидіння механізатора  $f = 4$  Гц.

1. Спочатку розрахуємо ту частину маси тіла механізатора, яка припадає на сидіння (вважаємо, що вона дорівнює  $5/7$  усієї маси тіла механізатора  $m_l$ ):

$$m_{л1} = 5/7 m_l = 5/7 \cdot 80 = 57 \text{ кг.}$$

2. Розрахуємо масу сидіння разом з частиною маси людини:

$$m = 5/7 m_l + m_c = 57 + 16,5 = 73,5 \text{ кг.}$$

3. Знаходимо частоту власних коливань сидіння згідно з формулою:

$$\omega_0 = \sqrt{c/m} = \sqrt{(6520/73,5)} = 9,42 \text{ с}^{-1}.$$

4. Визначимо коефіцієнт демпфування з врахуванням маси за формулою:

$$D = b/\sqrt{c \cdot m} = 700/\sqrt{(6520 \cdot 73,5)} = 0,5.$$

5. Визначимо кутову частоту вимушених коливань сидіння внаслідок вібрації кабіни:

$$\omega = 2\pi \cdot f = 2 \cdot 3,14 \cdot 4 = 25,12 \text{ с}^{-1}.$$

6. Визначимо значення відношення частоти вимушених коливань до частоти власних коливань сидіння:

$$v = \omega/\omega_0 = 25,12/9,42 = 2,67.$$

7. Визначимо відносний коефіцієнт передавання вібрації за формулою:

$$T_x = v^2/\sqrt{[(1 - v^2)^2 + (2 \cdot D \cdot v)^2]} = 2,67^2/\sqrt{[(1 - 2,67^2)^2 + (2 \cdot 0,5 \cdot 2,67)^2]} = 1,078$$

8. Визначимо абсолютний коефіцієнт передавання вібрації за формулою:

$$T_z = \sqrt{\{[1 + (2 \cdot D \cdot v)^2]/[(1 - v^2)^2 + (2 \cdot D \cdot v)^2]\}} = \sqrt{\{[1 + (2 \cdot 0,5 \cdot 2,67)^2]/[(1 - 2,67^2)^2 + (2 \cdot 0,5 \cdot 2,67)^2]\}} = 0,432.$$

9. Визначимо ефективність віброізоляції сидіння:

$$K_{ef} = 1/T_z = 1/0,43 = 2,321.$$

10. Визначимо величину амплітуди віброшвидкості сидіння механізатора за формулою:

$$V_0 = \omega \cdot T_z \cdot y_0 = 25,12 \cdot 0,432 \cdot 0,006 = 0,0644 \text{ м/с/}$$

11. Визначимо величину амплітуди віброприскорення сидіння за формулою:

$$W_0 = \omega^2 \cdot T_z \cdot y_0 = 25,12^2 \cdot 0,43 \cdot 0,006 = 1,623 \text{ м/с}^2.$$

12. Визначимо величину амплітуди відносного вібропереміщення за формулою:

$$x_0 = T_x \cdot y_0 = 1,07 \cdot 0,006 = 0,00642 \text{ м.}$$

13. Визначимо величину середньоквадратичної амплітуди віброшвидкості сидіння за формулою:

$$\sigma_v = V_0/\sqrt{2} = 0,0644/1,41 = 0,0451 \text{ м/с.}$$

14. Визначимо величину середньоквадратичної амплітуди віброприскорення сидіння за формулою:

$$\sigma_a = W_0/\sqrt{2} = 1,623/1,41 = 1,15 \text{ м/с}^2.$$

15. Визначимо, якою буде ефективність віброізоляції сидіння у децидбах для заданих початкових даних:

$$L = 20 \cdot [\sigma_v/(5 \cdot 10^{-4})] = 20 \cdot 0,0451/(5 \cdot 10^{-4}) = 18 \text{ дБ.}$$

Отже, систему віброізолювання сидіння механізатора спроектовано правильно.

## РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОФЕСІЙНИХ РИЗИКІВ НА ПОЛЬОВИХ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБОТАХ

### 4.1. Статистика виробничого травматизму на польових механізованих роботах

Питання безпеки праці і зниження професійних ризиків під час польових механізованих робіт представлено у таких працезохоронних нормативних документах:

1. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві. Цей документ було затверджено наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 р. № 1249. Зокрема потрібно орієнтуватися на розділ IV «Вимоги щодо безпеки під час одержання продукції рослинництва», а також інші розділи.

2. Методичні рекомендації щодо попередження виробничого травматизму та професійних захворювань під час роботи на зарубіжній та вітчизняній сільськогосподарській техніці з урахуванням професійних ризиків. Цей документ затверджено наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 13.12. 2012 р. № 768.

3. ПІ 2.0.00-081-1999 «Примірна інструкція з охорони праці під час виконання робіт у рослинництві». Інструкцію затверджено наказом Мінагропрому України 15.12. 1999 р. № 368.

4. ПІ 2.0.00-013-1999 «Примірна інструкція з охорони праці для тракториста-машиніста сільськогосподарського виробництва». Інструкцію затверджено наказом Мінагропрому України 05.03. 1999 р. № 110.

У зазначених документах заходи з охорони праці було розроблено на основі аналізу причин виробничого травматизму з працівниками сільського господарства. На рис. 4.1 показано співвідношення причин виробничого травматизму на польових механізованих роботах. Статистичні дані було взято із

сайту Державної служби з питань праці (Держпраці) України. Вони є усередненими за останні роки.

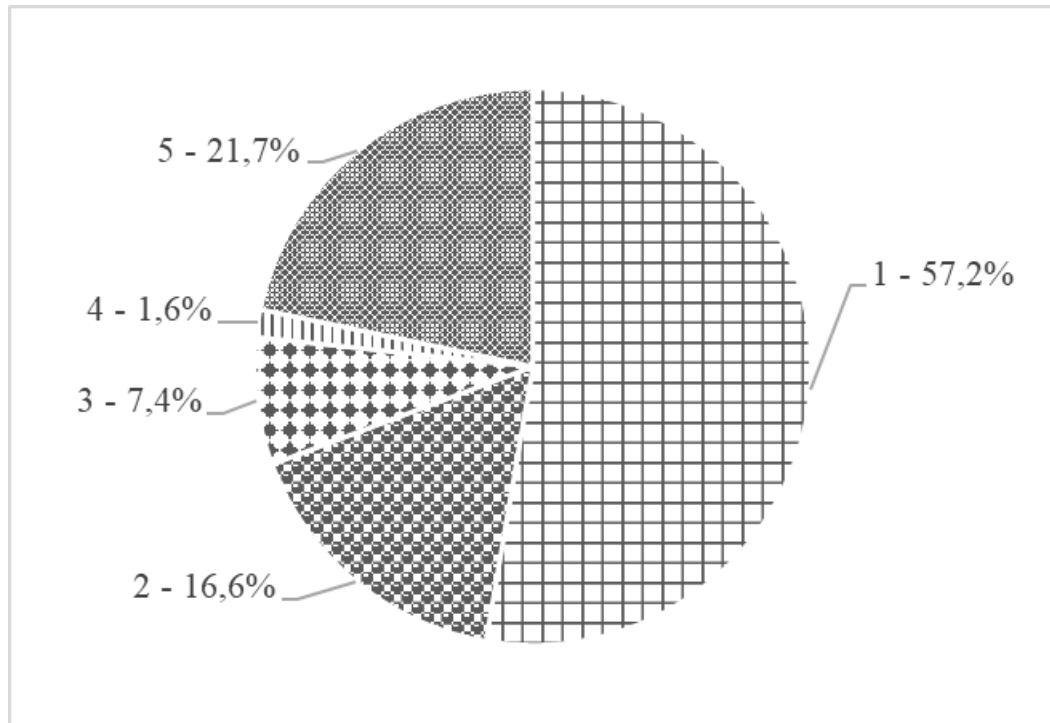


Рис. 4.1. Діаграма співвідношення причин загального виробничого травматизму: 1 – організаційні; 2 – психофізіологічні; 3- технічні; 4 – техногенні; 5 – різні

З рис. 4.1 можна побачити, що переважно нещасні виробничі випадки зумовлюють організаційні причини – 57,2 % щодо всіх нещасних випадків.

Діаграму відносної кількості смертельного травмування працівників на польових механізованих роботах для окремих місяців року представлено на рис. 4.2. Окремо проаналізовано кількість випадків травмування, що сталися під час підготовчих робіт, виконання транспортних робіт (дорожні аварії) та безпосередньо польових робіт. Також наведено загальну діаграму, в якій підсумовано перелічені вище роботи. Від цієї діаграми дещо відрізняється діаграма 5, яка враховує нещасні випадки, що сталися під час інших робіт, які не увійшли до діаграм 1, 2 та 3.

Відносна кількість смертельно  
травмованих працівників, %

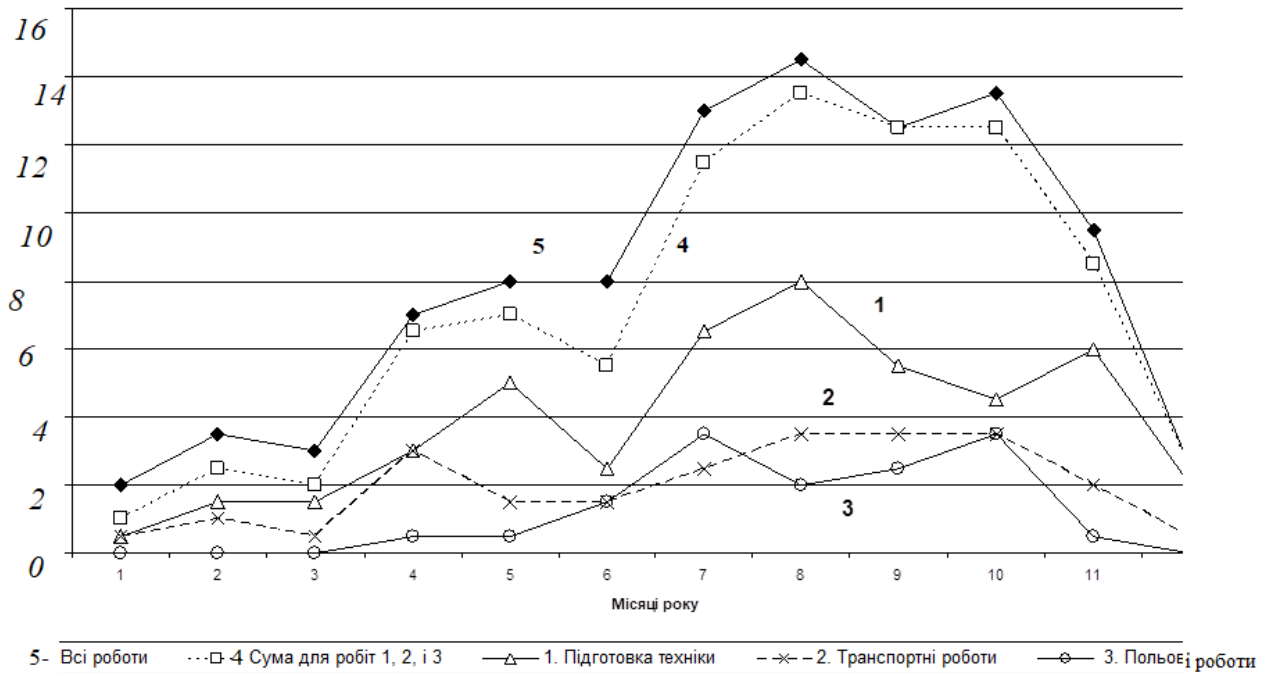


Рис. 4.2. Діаграма відносної кількості смертельного травмування працівників на польових механізованих роботах для окремих місяців року

Порівняння технологічних карт вирощування сільськогосподарських культур дозволяє зробити висновок, що найбільшою є завантаженість машино-тракторного парку (МТП) у періоди збирання вирощеного врожаю. Максимальна інтенсивність виконання польових механізованих робіт тракторами та комбайнами (самохідними сільськогосподарськими машинами) припадає на період року з квітня до жовтня, а пік навантаження спостерігається у липні-серпні. Це узгоджується з діаграмою розподілу виробничих нещасних випадків зі смертельними наслідками за місяцями року серед механізаторів (рис. 4.3). Виявилось, що розрахований коефіцієнт кореляції двох діаграм становить 0,91.

Діаграма на рис. 4.3 дещо відрізняється від діаграм 4 та 5 на рис. 4.2, що можна пояснити різними базами даних щодо статистики виробничого травматизму, які публікують органи Державної служби з питань праці та служба охорони праці Міністерства аграрної політики та продовольства України.

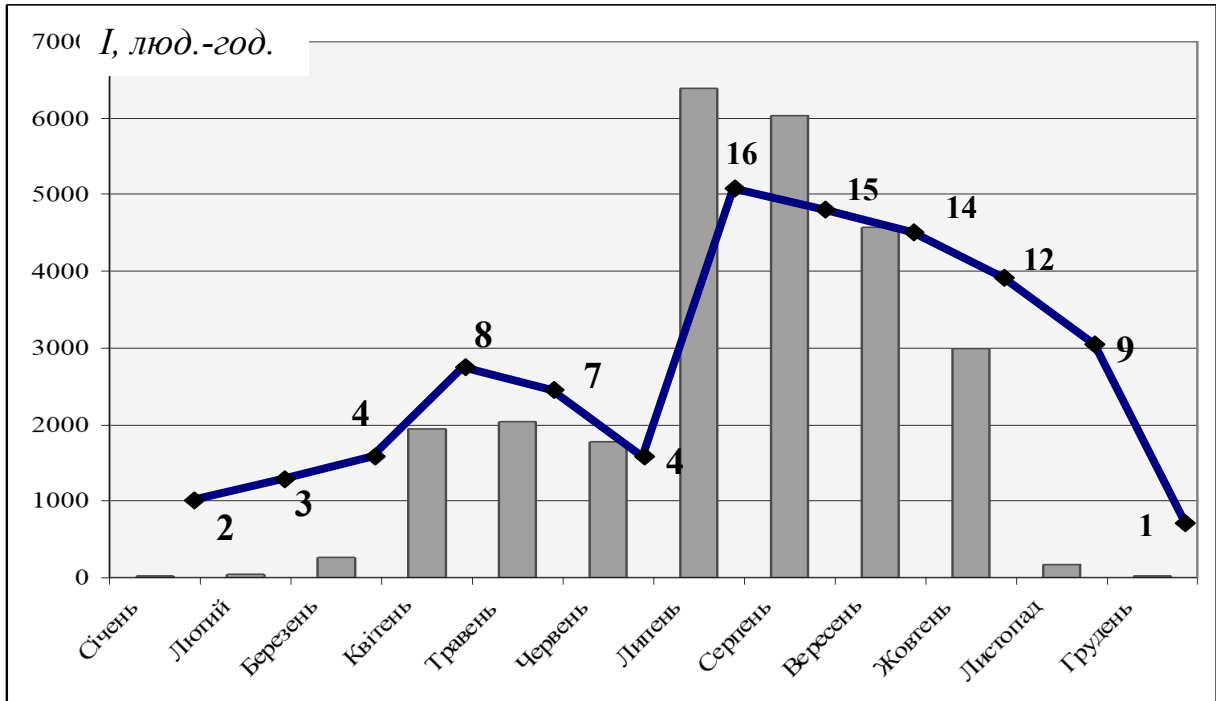


Рис. 4.3. Залежність кількості випадків смертельного виробничого травматизму серед механізаторів рослинництва та працівників, які обслуговують МТА, від інтенсивності механізованих робіт  $I$  (люд.-год.) протягом року

Певний відхил в окремі місяці кількості смертельних травм на польових механізованих процесах від їх інтенсивності пояснюють недотриманням агротехнологічних термінів виконання механізованих робіт, вказаних у технологічних картах, що зумовлено погодними умовами.

Нині згідно з сучасними підходами до впровадження системи управління охороною праці на підприємстві необхідно орієнтуватися на можливі професійні ризики на робочих місцях. Тобто потрібно оцінювати ймовірність настання нещасних випадків на виробництві з врахуванням їх можливої важкості. Зокрема, це стосується механізованих польових робіт на сільськогосподарських підприємствах. Особливо актуальним є оцінення професійних ризиків на робочих місцях механізаторів (під час виконання сезонних польових робіт).

#### 4.2. Методологія оцінення небезпек на механізованих роботах збирання сільськогосподарських культур

Згідно із загальним визначенням як ризик розглядають це поєднання ймовірності ушкодження внаслідок певної небезпеки і можливої завданої шкоди. Отже ризик можна розглядати як міру небезпеки. Щоб виявити небезпеку, потрібно спрогнозувати небезпеку для здоров'я чи щодо життя працівників. Для цього необхідно проаналізувати характер трудової діяльності, оцінити чи безпечно облаштовано виробниче приміщення, як огорожено небезпечні робочі зони і які умови праці. Потрібно врахувати виявлені виробничі небезпеки, а також ті потенційні небезпеки, які можуть завдати шкоди внаслідок особливостей поведінки працівників і чинників трудової діяльності.

Об'єктом дослідження професійних ризиків будемо вважати робоче місце, де може створитися ризикована для працівника ситуація. Предметом дослідження професійних ризиків можна розглядати статистику виробничого травматизму і професійної захворюваності, а також окремі параметри професійного ризику.

Причини небезпечних ситуацій можуть бути різними, необхідно проаналізувати можливі дії працівників і небезпечні обставини трудової діяльності, організаційні засади керівництва виробництва. У разі механізованих робіт у рослинництві потрібно оцінити професійні ризики, які виникають як за звичайних технологічних процесів, так за нештатних ситуацій, зокрема:

- під час виконання інтенсивних сезонних робіт;
- якщо задіяно тимчасові працівники, які не мають кваліфікації (належної робочої підготовки);
- якщо працівнику доводиться виконувати понаднормову роботу;

- внаслідок незапланованих чи запланованих простоїв сільськогосподарської техніки;
- внаслідок непередбачуваних змін у виконанні механізованих робіт і під час ремонтування (технічного обслуговування) сільськогосподарської техніки у полі;
- у разі виявлення дефектів у конструкції машин і помилок роботі техніки.

Як правило, виявлених небезпек на робочому місці може бути досить багато. То ж їх необхідно розташувати за значущістю, тобто щодо величини шкоди, яку буде завдано працівнику. Оскільки всіх виявлених небезпек неможливо уникнути протягом короткого часу, то працезохоронні заходи потрібно розробляти відповідно до оціненої величини професійного ризику.

Методи виявлення виробничих небезпек можуть бути як прямими, так і непрямими. У прямих методах використовують статистичні дані щодо обраних показників професійних ризиків або безпосередньо статистичні показники завданої шкоди і ймовірності їх настання. У непрямих методах оцінення професійних ризиків використовують показники, які характеризують відхилення наявних (контрольованих) умов (параметрів) від норм, тобто мають причинно-наслідковий зв'язок з ризиками.

У міжнародному стандарті ISO/IEC 31010: 2013 «Керування ризиком. Методи загального оцінення ризику» представлено методи оцінення професійного ризику, частину з яких було проаналізовано у розділі 2 цієї магістерської роботи. Також застосовують методик [41]:

- аналіз дерева несправностей або дерева «відмов»;
- причинно-наслідковий аналіз;
- дослідження умов виникнення небезпеки і підпримання працездатності (HAZOR);

- аналіз «краватка-метелик»;
- аналіз марківських ланцюгів;
- моделювання методом Монте-Карло та ін.

Аналізувати небезпеки на робочих місцях потрібно у такій послідовності:

- попередньо аналізують небезпеки;
- виявляють джерела небезпеки;
- визначають частини системи, які можуть зумовити виявлені небезпеки;
- уводять певні обмеження щодо аналізу, тобто такі обмеження небезпек, які не має необхідності аналізувати;
- виявляють послідовності настання небезпечних ситуацій, будують дерево подій, несправностей і небезпек;
- аналізують наслідки настання небезпечних ситуацій.

Зазначений алгоритм аналізу було реалізовано у цій магістерській роботі на основі підходу «всі виробничі процеси є досить небезпечними і шкідливими, то ж необхідно їх аналізувати». Згідно з методом аналізу логічних блоків небезпек, в якому розглянуто перебіг подій від причини до наслідку, було розроблено працезохоронні заходи на окремих видах механізованих польових робіт.

Джерелом небезпеки вважають можливий вплив (дію) на працівників за певних умов небезпечних (шкідливих) виробничих чинників. Джерелами виробничих небезпек на механізованих польових роботах є: а) працівники, які здійснюють небезпечні дії; б) трактори, комбайни, автомобілі, інші машини та механізми, обладнання, технічні пристрої, що зумовлюють небезпечні умови; в) виробниче довкілля (поле), де виконують механізовані роботи. Після того, як було встановлено небезпеки окремо для певного механізованого процесу, аналізують можливий перебіг подій від первинної події (небезпеки) до

можливого наслідку (травмування чи хвороби механізатора або допоміжного працівника).

Небезпечною дією називають таку дію працівника, що порушує вимоги нормативно-правових актів з охорони праці (НПАОП) під час виконання певного роботи. Небезпечна дія виникає не лише внаслідок порушення працівником нормативних працезохоронних вимог, але також коли він не контролює заданий режим роботи трактора, комбайна та ін. Небезпечна дія працівник може супроводжуватися потраплянням його до небезпечної зони, де діє небезпечний (шкідливий) чинник.

Небезпечні умови зумовлюють конструкційні чи експлуатаційні дефекти (недоліки) машино-тракторних агрегатів, комбайнів, автомобілів, технологічного обладнання; до небезпечних умов призводить незадовільна організація робіт (недостатній рівень знань та умінь працівників, зокрема відсутність у них належних працезохоронних знань).

Поєднання небезпечних умов та небезпечних дій, як випадкових подій, призводить до утворення небезпечної ситуації, а наслідком може бути травма чи отруєння. Це залежить від джерела безпеки, поведінки працівника, впливу виробничого довкілля тощо.

На рис. 4.4 представлено аналіз небезпечних ситуацій під час механізованого збирання картоплі комбайном.

#### 4.3. Розрахунок професійних ризиків на механізованих збиральних польових роботах

Блок-схему логіко-імітаційної моделі небезпечної ситуації «загоряння зернового масиву під час жнив» представлено на рис. 4.5.

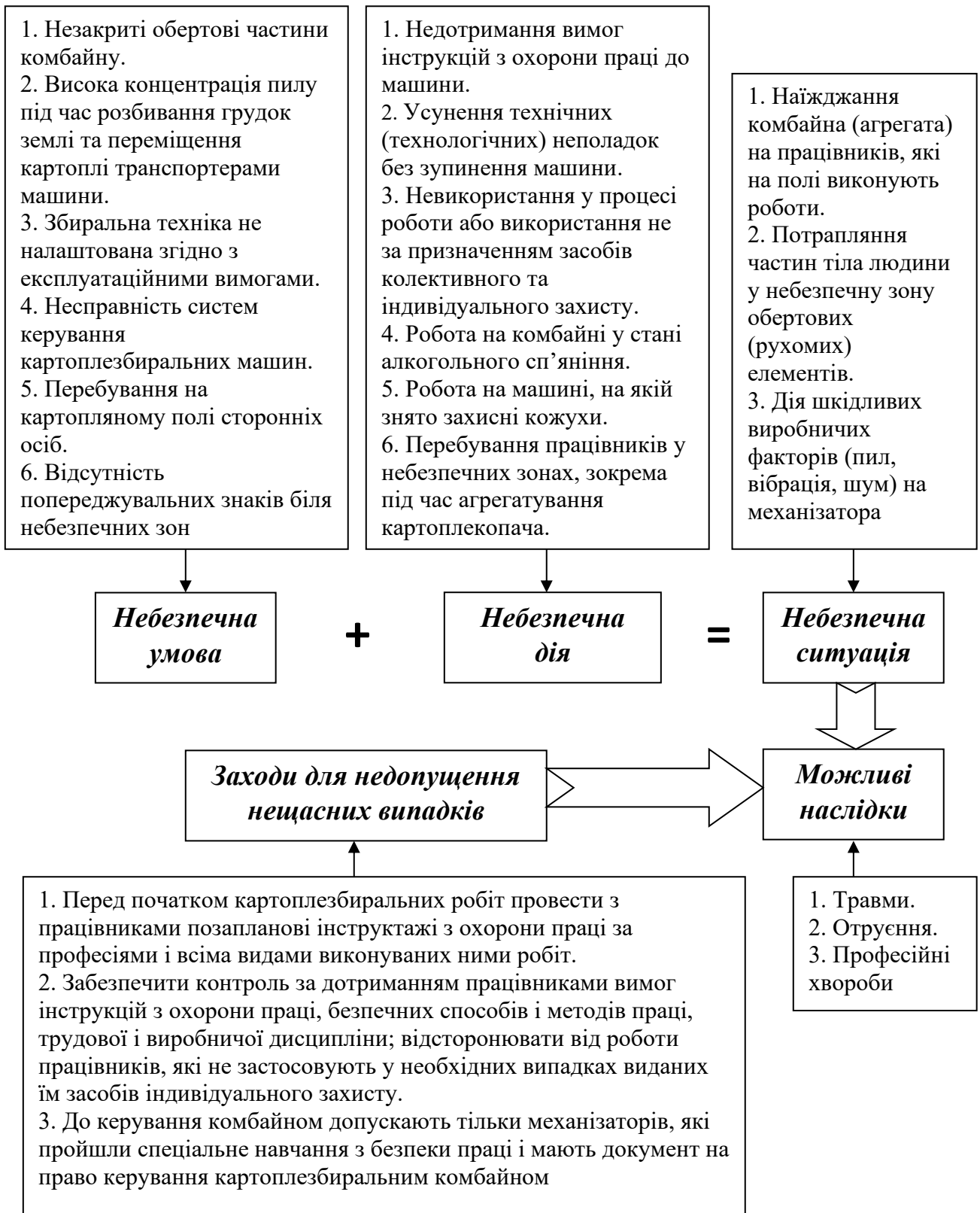


Рис. 4.4. Аналіз небезпечних ситуацій під час механізованого збирання картоплі

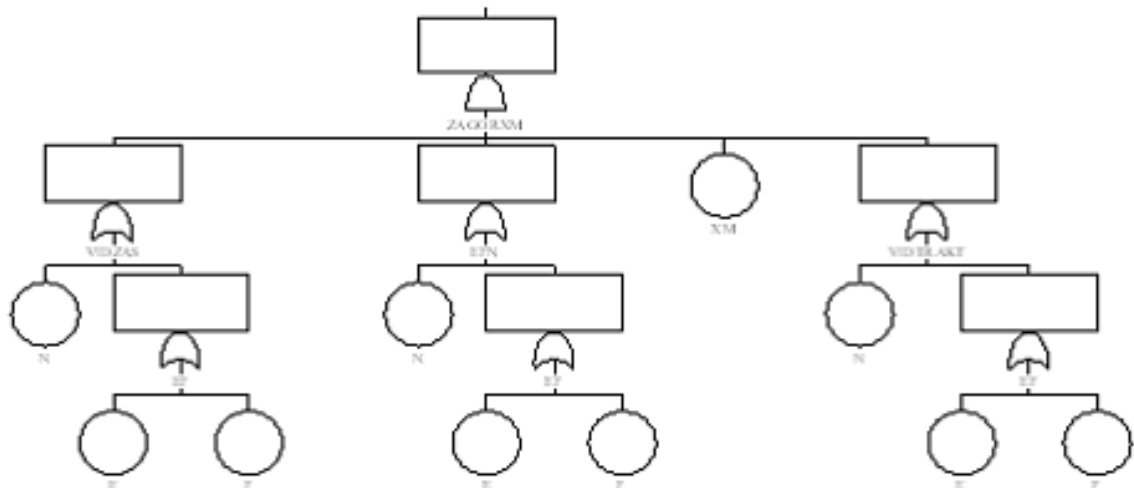


Рис. 4.5. Блок-схема логіко-імітаційної моделі небезпечної ситуації «загоряння зернового масиву під час жнив»

Пояснення елементів логіко-імітаційної моделі небезпечної ситуації «загоряння зернового масиву під час жнив» представлено у табл. 4.1, де також наведено кількісні значення базових подій. Ці значення відповідають статистичним показникам виробничого травматизму на сайті Держпраці України.

Таблиця 4.1. Опис елементів логіко-імітаційної моделі небезпечної ситуації «загоряння зернового масиву під час жнив»

Символ елементів (базових подій)	Короткий опис елементів (базових подій)	Кількісне значення ймовірності базових подій
Е	Не призначено інженера з охорони праці у господарстві	0,25
Ф	Незадовільна діяльність інженера з охорони праці ( <i>не проводить відповідні працезохоронні інструктажі, не контролює технічний стан техніки щодо її безпеки для працівників, не контролює професійну</i>	0,3

	<i>придатність працівників, яких приймають на роботу та ін.)</i>	
EF	Незадовільний стан працезохоронного контролю у господарстві з боку керівників	
N	Недостатньо виділяють коштів на оновлення машино-тракторного парку господарства	0,15
EFN	У трактора (комбайна) несправний іскрогасник	
VADZAS	На тракторі (комбайні) та польовому стані відсутні вогнегасники (первинні засоби пожежогасіння)	
VIDTRAKT	На полі немає трактора, який відорав би зерновий маси, якби той загорівся	
XM	Високий ступінь пожежонебезпеки сухого зернового масиву	0,3
ZAGORXM	Загоряння зернового масиву	$2,207 \cdot 10^{-1}$

Щоб розрахувати показники ризику для створеної логіко-імітаційної моделі небезпечної ситуації та оцінити зміни показників професійного ризику за наявності небезпечних умов, дій працівників та ситуацій, скористалися комп'ютерною програмою SAPHIRE [42, 43]. Цю програму використовують на кафедрі охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві НУБіП України. Показники ризику розраховували для трьох окремих випадків, які відповідають впливу небезпечного чинника: майже повна відсутність дії небезпечного чинника (ймовірність впливу на виникнення небезпечної ситуації 0,01), визначальна (переважна) дія небезпечного чинника (ймовірність впливу 0,99) та проміжне значення впливу небезпечного чинника (ймовірність впливу 0,01). Для певного елемента логіко-імітаційної моделі небезпечної ситуації зміни показників професійного ризику показують у скільки разів збільшується ризик травматизму у разі проміжного та визначального впливу небезпечного чинника (табл. 4.2).

Таблиця 4.2. Розраховані показники ризику для логіко-імітаційної моделі небезпечної ситуації «загоряння зернового масиву під час жнив» (використано комп'ютерну програму SAPHIRE)

Небезпечний чинник (вплив, дія, ситуація)	Умовне значення небезпечного чинника	Величина показника ризику, $P$	Зміна показника ризику за наявності небезпеки, разів
Е (не призначено інженера з охорони праці у господарстві)	0,01	$1,709 \cdot 10^{-1}$	1,00
	0,5	$2,728 \cdot 10^{-1}$	1,61
	0,99	$3,746 \cdot 10^{-1}$	2,18
F (незадовільна діяльність інженера з охорони праці господарства)	0,01	$1,115 \cdot 10^{-1}$	1,00
	0,5	$2,206 \cdot 10^{-1}$	1,97
	0,99	$3,297 \cdot 10^{-1}$	2,95
N (недостатність (обмеженість) виділення коштів на оновлення МТП господарства)	0,01	$1,815 \cdot 10^{-1}$	1,00
	0,5	$2,823 \cdot 10^{-1}$	1,54
	0,99	$3,826 \cdot 10^{-1}$	2,12
ХМ (високий ступінь пожежонебезпеки зернового масиву)	0,01	$9,472 \cdot 10^{-3}$	1,00
	0,5	$4,093 \cdot 10^{-1}$	43,23
	0,99	$6,954 \cdot 10^{-1}$	73,38

Як висновок можемо вказати, що найбільше ризик зростає у разі виконання механізованих робіт під час жнив на зерновому масиві за його високого ступеню пожежонебезпеки.

#### 4.4. Заходи для зниження професійних ризиків на польових механізованих роботах

Щоб запобігти травмуванню працівників, зайнятих на польових механізованих роботах, необхідно:

1. Із встановленою періодичністю проводити працезохоронні інструктажі з усіма працівниками, які беруть участь у польових механізованих роботах. Інструктажі мають проводити керівники робіт (інженерно-технічні працівники), які пройшли відповідне навчання з питань охорони праці.

2. Допускати до роботи на тракторах та комбайнах механізаторів не молодших 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання та інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки. Механізатори повинні мати посвідчення на право керування сільськогосподарською технікою відповідної категорії.

3. Трактори, комбайни та інша техніка, яку залучають до механізованих робіт, має бути відповідно зареєстрованою та проходити періодично контроль технічного стану.

4. Розробити напрямки (схеми) руху мобільної техніки та транспорту по території та на полях господарства (має бути вказано дозволені та заборонені напрямки руху).

5. Усіх водіїв та механізаторів ознайомити із безпечними маршрутами руху транспортних засобів.

6. Обладнати біля полів місця короткочасного відпочинку та вживання їжі, майданчиків для установаження техніки та зберігання паливно-мастильних матеріалів.

7. Укомплектувати всі трактори та комбайни медичними аптечками першої домедичної допомоги, знаками аварійного зупинення, інструментом та вогнегасниками (первинними засобами пожежогасіння).

8. Огородити обертові частини сільськогосподарських машин і механізмів.

9. Підготувати земельні ділянки для роботи МТА, перевірити перед жнивками величину провисання проводів ліній електропередачі.

10. Забезпечити всіх працівників, які зайняті на польових механізованих роботах, спецодягом, спецвзуттям та ЗІС (засобами індивідуального захисту) згідно із установленими нормами.

Працівники під час польових механізованих робіт зобов'язані: а) дотримуватися правил особистої безпеки і здоров'я; б) дбати про безпеку і здоров'я інших людей під час виконання будь-яких робіт чи у разі перебування на полі; в) знати і виконувати вимоги НПАОП (нормативно-правових актів з охорони праці), правила поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва; г) користуватися засобами колективного та індивідуального захисту; д) проходити попередні та періодичні медичні огляди. Працівник безпосередньо відповідає за порушення вказаних вимог.

## РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИСТРОЇВ БЕЗПЕКИ НА МОБІЛЬНИХ ЗАСОБАХ МЕХАНІЗАЦІЇ У РОСЛИННИЦТВІ

До технічних засобів безпеки праці у конструкції тракторів та мобільних сільськогосподарських машин належать:

1. Знімні захисні огорожі на елементах трансмісії машин.
2. Знімні огорожі на машинах, які функціонують як блокувальні засоби захисту.
3. Захисні огорожі і пристрої, які призначено для захисту працівників від рухомих частин машини [44].
4. Пристрої, що дозволяють надійно утримувати механізаторів на сидіннях машини за звичайної роботи та екстремальних ситуацій.
5. Витяжні системи повітрообміну, які служать для відведення вихлопних газів та інших шкідливостей з кабіни тракторів і машин [45].
6. Пристрої, призначені аварійного зупинення машини чи її рухомих частин.
7. Технічні системи, що дозволяють знижувати створюваний у кабіні шум і вібрацію.
8. Конструкції, що дозволяють захистити механізаторів за аварійних ситуацій, коли машина перевертається на схилі чи раптовому повороті.
9. Конструкції, що дозволяють захистити працівника від раптового опускання піднятого вантажу та предметів, що втратили стійкість.

Також до засобів безпеки праці на тракторах і машинах належать пристрої, що дозволяють обмежувати за необхідності швидкість машини.

Вимоги безпеки праці щодо дотримання вимог експлуатації окремих елементів тракторів та сільськогосподарських машин (пристроїв керування ними) узагальнено на блок-схемі (рис. 5.1). Окрему увагу потрібно звернути на засоби аварійного зупинення частин машини, у разі їх значного перевантаження.



Рис. 5.1. Вимоги безпеки виконання робіт, які висувають до конструкції тракторів (сільськогосподарських машин), а також пристроїв керування ними

Зі свого робочого місця механізатор під час керування трактором, комбайном (сільськогосподарською машиною) має виразно бачити, що у небезпечних зонах, де виконують механізовані роботи і перебуває трактор (машина), відсутні люди (сторонні особи). Як засіб безпеки, систему керування мобільної сільськогосподарської техніки (машини) сконструйовано так, щоб перед запусканням машини механізатор подав попереджувальний звуковий сигнал.

Щоб раптово зупинити машину чи її робочі органи за аварійної ситуації, має бути улаштовано пристрої аварійного (експлуатаційного) зупинення. На встановленому на машині пристрої для аварійного зупинення машини має бути чітко розпізнаваний орган його увімкнення (керування). Функція аварійного зупинення машину повинна бути доступна для увімкнення механізатором незалежно від режиму виконання роботи. Пристрої аварійного зупинення машини чи її органів лише доповнюють інші запобіжні заходи та не замінюють їх.

У цій магістерській роботі запропоновано конструкцію пристрою, використовуюваного для того, щоб уникнути травмування працівників, що обслуговують під час жнив зернозбиральні комбайни, чи сторонніх осіб на полі. В основу роботи системи аварійного зупинення жатки комбайна покладено принцип, що у разі потрапляння до жатки якихось предметів чи у зоні роботи жатки зненацька з'являться сторонні особи, пристрій за командою механізатора одразу зупинить жатку.

Механізм запропонованого пристрою спрацьовує після натискання механізатором кнопки, яку спеціально встановлено на панелі керування у кабіні комбайна. Після натискання кнопки спрацює електромагніт та втягує свій якор, який приєднано до сектора 3, який утримує собачку 2 (рис. 5.2). Після звільнення собачки сектор під дією пружини опуститься та зайде у паз храповика, який встановлено на валу приводу похилої камери комбайна (поряд із зірочкою

приводу). Внаслідок зачеплення собачки з храповиком вал приводу похилої камери комбайна одразу зупиниться.

Болти, які утримують стопор у корпусі механізму, потрібно затягти крутильним моментом величиною 40 Н·м. Щоб повернути механізм аварійного зупинення жатки у робочий стан (який був до аварійного зупинення), необхідно звільнити храповик, для цього потрібно підняти ручку собачки вгору.

Пружина, що утримує собачку, має 16 витків, її діаметр та робоча довжина становлять відповідно 12 мм та 28 мм (довжина розгорнутого дроту становить 592 мм). Щоб розтягти пружину на 3 мм, потрібно прикласти зусилля 95 Н.

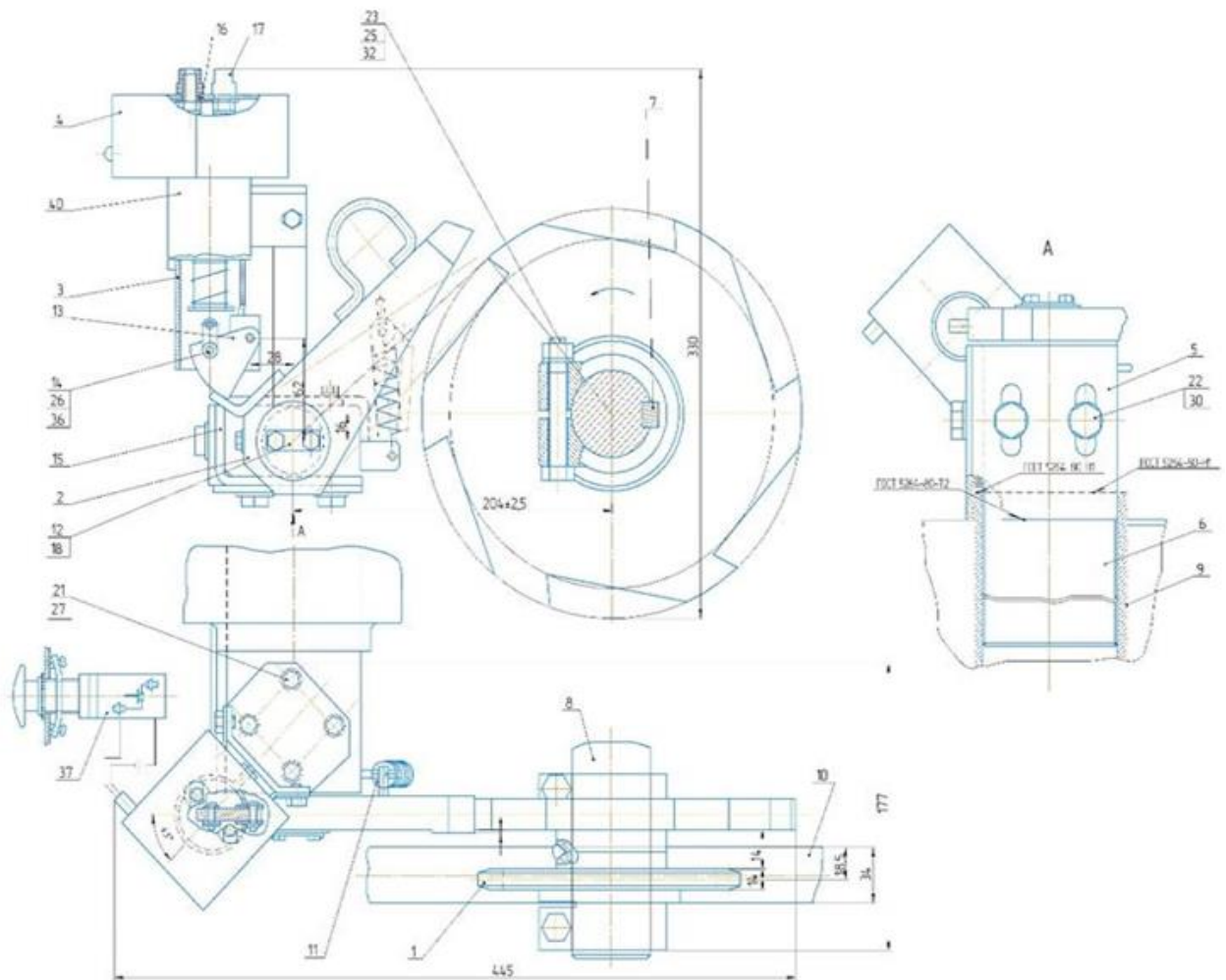


Рис. 5.2. Конструкція розробленого механізму для аварійного зупинення жатки комбайна

У цій магістерській роботі представлено розрахунок на міцність пружини, встановленої у розробленому механізмі.

У виконаному розрахунку використано такі міцнісні характеристики сталі: модуль зсуву  $G = 8 \cdot 10^4$  МПа; допустимі напруження  $[\tau] = 400$  МПа; діаметр дроту пружини  $d = 6$  мм. Для визначення допустимої сили стискання використано формулу:

$$[F] = \pi \cdot d^3 \cdot [\tau] / (8 \cdot D \cdot k) = 3,14 \cdot 6^3 \cdot 400 / (8 \cdot 12 \cdot 1,75) = 1618 \text{ Н}$$

де  $k$  – поправковий коефіцієнт ( $k = 1 + 1,5 \cdot d/D = 1 + 1,5 \cdot 6/12 = 1,75$ );  $D$  – діаметр пружини).

Щоб визначити значення укорочення пружини для допустимої сили стискання, скористалися формулою:

$$\lambda = 8 \cdot [F] \cdot D^3 \cdot n / (G \cdot d^4) = 8 \cdot 1618 \cdot 12^3 \cdot 16 / (8 \cdot 10^4 \cdot 6^4) = 3,45 \text{ мм,}$$

де  $n$  – кількість витків пружини.

Польові роботи механізаторам часто доводиться виконувати незважаючи на несприятливі погодні умови. Під час виконання сезонних механізованих робіт працівники часто перебувають на полі тривалий час, майже весь день. Тому необхідно захищати працівників від негоди, дощу, вітру, підвищених чи знижених температур тощо. Для цього на краю поля встановлюють пересувні вагончики, де працівники зможуть переодягнутися, поїсти та зігрітися. Тобто у вагончику має бути улаштовано певний набір зручностей для перебування людей.

Пересувні вагончики будуть протягом тривалого часу стояти на нерівній горбкуватій поверхні землі, іноді вагончики встановлюють на невеликих схилах, тому потрібно забезпечити, щоб вагончик не перекинувся. У цій магістерській роботі запропоновано конструкцію пристрою, щоб вирівняти горизонтально раму причіпного пристрою вагончика на поверхні поля. Розроблений пристрій

складається з трьох домкратів, які дозволяють триточково горизонтально вирівняти транспортну платформу вагончика.

Домкрати шарнірно закріплено на причіпній рамі: один домкрат установлюють у передній частині рамної платформи, а інші домкрати – у кутах задньої частини платформи. Домкрати мають знизу спиратися на підп'ятники досить великої площі поверхні, щоб запобігти вгрузанню домкратів у землю (достатньо м'яку на полі). Підп'ятники з'єднано із гвинтовою опорою з воротком, що дозволяє відрегулювати необхідну довжину опори. Опору через гайку і кронштейн у верхній частині приєднано до рами причепа.

У цій магістерській роботі розраховали на міцність деталі описаного вище пристрою для вирівнювання причіпної рами на поверхні поля. Спочатку розраховали на стиск стержень домкрата. Для цього використали умову міцності, яка має вигляд

$$\sigma = \frac{P}{F} \leq [\sigma].$$

У розрахунку вважали умовно, що вага вагончика разом із рамою становить близько 35000 Н. Якщо у вагончику буде одночасно перебувати 10 працівників, то на домкрати буде діяти усереднена сила 45000 Н. За умови, що вага вагончика буде рівномірно розподілена на всі три домкрати (потрібно, щоб колеса вагончика не діставали до землі та не сприймали силу ваги вагончика), то сила стиску, яку буде сприймати один домкрат, буде становити

$$P_1 = 45000 / 3 = 15000 \text{ Н.}$$

Визначимо площу  $F$  стержня домкрата, який буде стискатися:

$$F = \pi \cdot d^2 / 4 = \pi \cdot 0,04^2 / 4 = 0,00125 \text{ м}^2,$$

де діаметр стержня становить  $d = 0,04$  м.

Тоді напруження стиску в стержні домкрата будуть дорівнювати

$$\sigma = P_1 / F = 15000 / 0,00125 = 12 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2 = 12 \text{ МПа.}$$

Для сталі допустимі напруження становлять  $[\sigma] = 160$  МПа. Тобто умову міцності дотримано із запасом більше ніж десять разів.

Запишемо умову міцності пальця домкрату на зріз

$$\tau \leq [\tau] = 140 \text{ МПа.}$$

Конструкційно діаметр пальця становить 20 мм. Тоді

$$\tau = (4 \cdot P_1) / (\pi \cdot d^2) = (4 \cdot 15000) / (\pi \cdot 0,02^2) = 47746521,25 \text{ Па} = 47,8 \text{ МПа.}$$

Тобто умову міцності пальця на зріз також виконано.

Частина травм, що можуть статися під час сезонних польових робіт, пов'язана з небезпекою, яка виникає коли працівник вручну відкриває борти заповненого врожаєм (технологічним продуктом) причепу. Здебільшого завантажений насипом на кузов причепу вантаж тисне на борти. Тому під час відкривання замка борту внаслідок тиску з боку завантаженого матеріалу борт може раптово почати самовільно рухатися і опускатися. Це створює ризик травмування механізатора, водія чи допоміжного працівника, які не зможуть утримати борт.

До розробленого нами пристрою для відкривання бортів причепу у разі його піднімання висунуто такі вимоги: має забезпечувати безпеку під час розвантажування причепу; працівники під час відкривання бортів причепу перебувають за межами небезпечної зони, коли борт причепу починає відкриватися, а привезена продукція висипатися; бути надійними у роботі; їх конструкція має бути простою; борти причепу, оснащені розробленим пристроєм, не повинні самовільно відкриватися внаслідок вібрації причепа чи якоїсь іншої сторонньої дії на борт причепу.

Цим зазначеним вимогам відповідає розроблена у даній магістерській роботі конструкція пристрою автоматичного відкривання бортів (рис. 5.3). Конструкція пристрою – це кілька важелів та кронштейнів, які починають рухатися у разі піднімання причепу гідроциліндром. Центральний елемент цього розробленого пристрою – це важіль 1, який потрібно розглядати як тристержневу

систему, одним шарніром прикріплену до рами причепа. Для приєднання до рами важелю 1 улаштовано кронштейн 6. Триланкова конструкція важілю 1 надає максимальну жорсткість важелю, що вкрай важливо, якщо врахувати його довжину та траєкторію руху шарнірів.

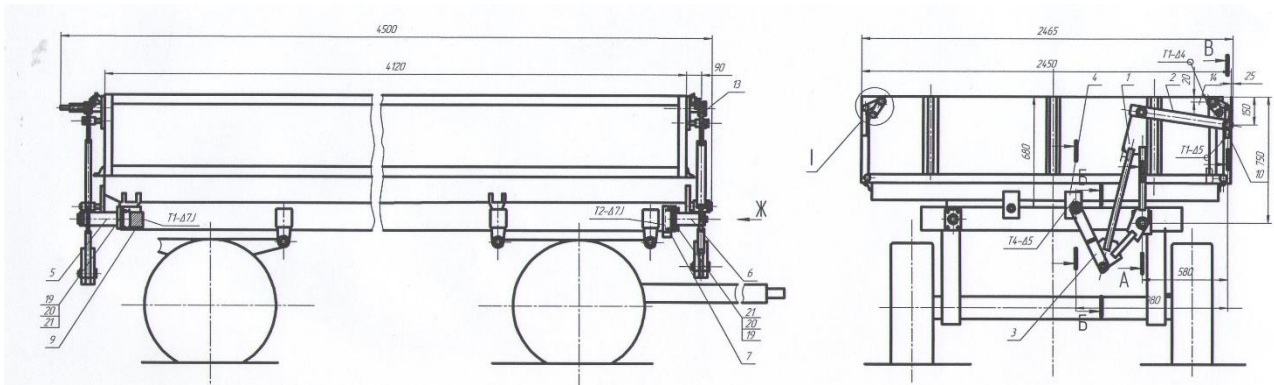


Рис. 5.3. Конструкція пристрою для автоматичного відкривання бортів причепа під час вивантажування привезеної продукції

Інші два шарніри важеля 1 з'єднано з іншими важелями 2 і 3 (їх два). Важіль 3 приєднано до кузова причепа за допомогою втулки, яка може вільно обертатися на стержні. Важіль 2 шарнірно з'єднано з упором 10, розміщеним на краю борта кузова причепа.

Щоб борти не могли відкритися від вібронавантаження на причеп під час його руху, верхній шарнір на борті причепа зафіксовано замком 11, який приєднано за допомогою ланцюжка.

Розроблений у магістерській роботі пристрій працює так. Після того, як було піднято кузов причепа, важіль 3 буде рухатися плоскопаралельно, штовхаючи під час свого повертання важіль 1 вгору. Через це важіль 1 змушує рухатися вправо важіль 2, який буде штовхати борт причепа. Коли шарнір у замку 11 зможе провертатися, то борт причепа буде відкриватися.

Розроблену конструкцію відкривання бортів пристрою можемо визнати простою в експлуатації, пристрій не потрібно щоразу спеціально

налагоджувати. Особливості улаштування причепа такі. Перед встановленням пристрою потрібно зняти наявні бортові замки причепів. Приварювати деталі 4, 7, 8, 9, 10 до елементів конструкції причепа потрібно після того, як пристрій вже зібрано, тому що інакше не можна буде з'єднати між собою важелі на шарнірах.

Деталі розробленого пристрою для автоматичного відкривання бортів мають відповідати вимогам жорсткості та міцності. У цій магістерській роботі нами було розраховано на міцність та стійкість кілька деталей пристрою автоматичного відкривання бортів причепа.

Було розраховано на зріз зварні з'єднання деталей 4, 7, 8, 9, 10, які приєднано до елементів конструкції причепа. Дані для розрахунків наступні. Довжина одного зварного шва становить  $l = 100$  мм. Вважаємо наближено, що товщина зварного шва відповідає товщині листа ( $\delta = 8$  мм), з якого виготовлено деталі пристрою. Навантаження, що припадає на один зварний шов деталі, становить  $P_1 = P_0 / (4 \cdot 2) = 3750$  Н. Якщо не будемо враховувати наплави зварного шва та будемо вважати, що зварний шов у розрізі можна представити у формі прямокутного рівнобедренного трикутника, то для визначення напруження у зварному шві скористаємося формулою

$$\tau = P_1 / (0,7 \cdot \delta \cdot l) = 3750 / (0,7 \cdot 0,008 \cdot 0,1) = 6,71 \text{ МПа} < [\tau] = 80 \text{ МПа.}$$

Отже, умову міцності на зріз виконано. Допустимі напруження на зріз  $[\tau] = 80$  МПа було взято з довідника для зварних з'єднань, які виконано ручним дуговим зварюванням.

Стержень 2 (довжина якого становить 690 мм, а виготовлено із Ст. 45) під час вивантажування продукції з причепа зазнає дії напружень стиску. Потрібно розрахувати на стійкість центральну частину цього стержня, яку приварено до втулки та вилки.

Початкові дані для розрахунку наступні (можна взяти з рис. 5.3):

довжина розрахункової частини стержня  $l = 600$  мм;

ширина його поперечного перерізу  $h = 80$  мм;

товщина перерізу стержня  $b = 12$  мм.

Обидва кінці центральної частини стержня приварено, тому розрахункову схему можна розглянути як зацмлений з обох кінців стержня (отже з довідника вибираємо коефіцієнт  $\mu = 0,5$ ).

Площу перерізу для прямокутного перерізу визначає вираз  $F = b \cdot h$ , а момент інерції визначимо з виразу  $I = b \cdot h^3/12$ . Тоді радіус інерції визначимо за формулою

$$i_{min} = \sqrt{(I/F)} = \sqrt{[b \cdot h^3 / (12 \cdot b \cdot h)]} = \sqrt{(80^2 / 12)} = 23,1 \text{ мм.}$$

Далі визначимо гнучкість стержня, скориставшись формулою

$$\lambda = \mu \cdot l / i_{min} = 13.$$

З довідника визначимо, що граничне значення гнучкості для Ст. 45 становить  $\lambda_0 = 97$ , а отже потрібно використати формулу Ясинського, щоб розрахувати критичну силу:

$$\sigma_{np} = a - b \cdot \lambda = 435 - 97 \cdot 1,78 = 262 \text{ МПа.}$$

Визначимо величину критичної сили з формули:

$$F_{кр} = \sigma_{np} \cdot F = 262 \cdot 12 \cdot 80 = 251520 \text{ Н} = 251 \text{ кН.}$$

Для запасу стійкості  $[n]_{ст} = 3$  стійкість стержня забезпечено.

Розглянемо й інші технічні засоби безпеки праці, які улаштовано на мобільній сільськогосподарській збиральній техніці. Конструкція жаток та хедерів комбайнів обладнано пристроями, які дозволяють надійно їх утримувати у піднятому положенні під час технічного обслуговування, ремонтування та переїжджання. Робочі органи роторного типу картоплекопачів та інших подібних збиральних машин обладнують захисними огорожами. На комбайнах повинна бути сигналізація (звукова або світлова), що повідомляє про заповнення бункера або інших нагромаджувачів зібраної продукції.

Рухомі (оберткові) частини комбайнів обладнано пристроями, щоб унеможливити намотування на них соломи (технологічного продукту). Але це не

стосується механізмів, призначених для знімання, перекидання та транспортування вирощеного врожаю.

## РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ У ТОВ «МХП-АГРО-С»

Ефективність заходів з охорони праці у цій магістерській роботі було оцінено для рослинницького підприємства ТОВ «МХП-Агро-С», що перебуває у складі міжнародної компанії МХП і займається вирощуванням сільськогосподарських культур на Київщині та Чернігівщині. Банк землі становить понад 30 000 га. Місцезнаходження підприємства та адреса для листування: 07700, Київська обл., м. Яготин, вул. Пирятинська, буд.27. Директор ТОВ «МХП-Агро-С» - Полудень Андрій Іванович.

Виробничі потужності: 2 рослинницькі виробничі підрозділи; Яготинський елеватор; комплекси для зберігання, очищення та сушіння зерна (потужність зберігання зерна — 45 тис. т, потужність сушіння зерна — 35 т/год).

Сільськогосподарські культури: озима пшениця, озимий ріпак, кукурудза, соняшник, соя, ярий ріпак, тритикале озиме, жито озиме, льон, гірчиця біла, кукурудза на силос, багаторічні трави, однорічні трави.

Підприємство має 218 одиниць сільськогосподарської техніки. Кількість одиниць та видів сільськогосподарської техніки: важкі трактори — 19 од., легкі трактори — 59 од., автомобіль вантажний — 67 од., автомобіль легковий — 58 од., бункер-накопичувач — 11 од., дискова борона — 10 од., комбайн — 10 од., культиватори — 7 од., навантажувач — 7 од., обприскувач самохідний — 4 од., обприскувач причіпний — 5 од., плуг — 11 од., розкидач міндобрив — 14 од., сівалка — 2 од. (з них 15 — точного висіву).

На підприємстві працює 305 людей.

У своїй діяльності підприємство активно впроваджує сучасні технології. Цьому сприяє парк нової іноземної техніки : Challenger-MT 865C – 2 шт., Fendt-1159MT- 1шт., John Deere 8R410-1 шт., Fendt-953 Vario- 5 шт., Fendt-945 Vario- 18 шт., MTЗ-1025 - 13 шт.

Також є обприскувач John Deere-M4040 -2 шт., розкидачі мінеральних добрив - Amazone ZG-TS 10001 -2 шт., розкидачі органічних добрив - Bergmann TSW 7340 S - 2 шт., телескопічні навантажувачі 10 шт. (Маніту, JCB), фронтальні навантажувачі SEM-656D - 2 шт., бункери-перенавантажувачі ПБН-20 - 15 шт., Культиватори - 14 шт., глибокорозпушувачі - 14 шт.

Сівалки :Massey Ferguson 555, John Deere DB-37, Pottinger-Terrasem C6 Fertilizer, John Deere-DB37, Секції John Deere-11,2 на Ortman, Challenger-CH8122 SDF, Gaspardo-Romina 8R, Amazone D9-4000, Challenger-CH8122 SDF, Fendt-MomenTum, Pottinger-Terrasem V 8000 D Z, Kinze 3600, HARVEST INT 16/31, Monosem-NG Plus 4, Monosem-NG Plus 16R, Monosem-NG Plus 16R.

Щоб оцінити економічну ефективність від працезохоронних заходів, згідно із встановленою методикою визначають коефіцієнт, як відношення економії коштів внаслідок поліпшення умов праці до обсягу витрачених коштів на потреби охорони праці у господарстві. Для цього виконаємо ряд математичних розрахунків.

1. Визначення річного фонду заробітної платні працівників ТОВ «МХП-Агро-С». У господарстві у 2025 р. у штаті перебуває 305 працівників (механізатори, ремонтники, тваринники, управлінці, сторожі та ін.), частина з них виконують роботу за несприятливих (шкідливих) умов. Для оцінення річного фонду заробітної платні у господарстві використаємо формулу:

$$L = M \cdot P \cdot n = 18900 \cdot 305 \cdot 12 = 69\,174\,000 \text{ грн.}$$

де  $M$  – усереднена по господарству місячна зарплата працівників, грн.,  $P$  – кількість працівників ТОВ «МХП-Агро-С»,  $n = 12$  (кількість місяців).

2. Оцінення мінімального обсягу коштів  $B_{min}$ , які необхідно спрямувати на заходи з охорони праці у ТОВ «МХП-Агро-С» у 2026 році згідно з вимогами Закону України «Про охорону праці». Ця сума має становити не менше, ніж 0,5 % від обсягу річного фонду заробітної платні господарства:

$$B_{min} = L \cdot 0,5 \cdot 0,01 = 69\,174\,000 \cdot 0,5 \cdot 0,01 = 345\,870 \text{ грн.}$$

На 2026 рік у ТОВ «МХП-Агро-С» запланувало виділити на потреби охорони праці лише 219 500 грн., що потрібно визнати недостатнім.

3. Виокремлення цих коштів на організаційні ( $B_1$ ) і технічні ( $B_2$ ) заходи. Якщо орієнтуватися на статистичні показники причин виробничого травматизму в сільському господарстві (ці дані розміщено на сайті Державної служби з питань праці України), то виявляється, що на організаційні причини професійних хвороб та виробничих травм припадає близько 80 % від загальної кількості перелічених причин. Тому на заходи з охорони праці організаційного плану пропонуємо спрямувати 80 % обсягу працезохоронних коштів, а на працезохоронні заходи технічного характеру – 20 %). Результати такого виокремлення представлено у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 Виокремлення заходів з охорони праці на організаційні та технічні у ТОВ «МХП-Агро-С» (запропоновано впровадити у 2026 р.).

№ п/п	Назва працезохоронного заходу, рекомендованого до впровадження у господарстві	Вартість, грн.
<i>Заходи організаційного характеру (82 % від загальної суми коштів)</i>		
1	Навчання з охорони праці членів комісії з перевірки знань з охорони праці посадових осіб господарства (у Навчально-методичному центрі з охорони праці (м. Яготин) – 4 працівники	2400
2	Придбання для механізаторів та працівників ремонтної майстерні ЗІЗ (засобів індивідуального захисту), спецодягу та спецвзуття	110 000
3	Проведення атестації робочих місць у тракторній бригаді та ремонтній майстерні щодо дії на працівників шкідливих чинників виробничого довкілля – 8 робочих місць	27000
4	Забезпечення робочих місць у тракторній бригаді та у ремонтній майстерні знаками з охорони праці	7200
5	Придбання та облаштування куточків з охорони праці для розміщення у тракторній бригаді та у ремонтній майстерні	13900

6	Проектування та придбання елементів систем дотримання нормативних параметрів мікроклімату в тракторній бригаді та у ремонтній майстерні	81600
<b><math>B_1</math></b>		<b>242 100</b>
<i>Заходи технічного характеру (18 % від загальної суми коштів)</i>		
1	Придбання сучасних елементів вентиляційного обладнання для ремонтної майстерні	59500
2	Придбання пристрою обмеження неробочого струму до зварювального трансформатора	13900
3	Придбання пристрою місцевого вентилявання для захисту органів дихання	2300
4	Улаштування ухиломірів на колісних тракторах	12600
5	Улаштування автоматичних зчіпок на тракторах	15470
<b><math>B_2</math></b>		<b>103 770</b>
<b><math>B_1 + B_2</math></b>		<b>345 870</b>

Більшість цих заходів спрямовано, щоб покращити умови праці механізаторів, працівників тваринництва і ремонтної майстерні, що дозволить класифікувати виконання робіт частини працівників як такі, що не характеризуються впливом шкідливостей. Працівникам, яким поліпшили умови праці, потрібно припинити надавати компенсації та пільги за важкі та шкідливі умови праці. Поліпшення умов праці для працівників СФГ «Лад» дозволяє господарству зекономити кошти, тобто отримати економічний ефект через впровадження заходів з охорони праці.

4. Спочатку розраховують величину коштів, які господарство витрачає для компенсування вартості для господарства додаткових відпусток, які будуть надані тим працівникам ТОВ «МХП-Агро-С», які виконують та будуть виконувати у 2026 році роботи за несприятливих і шкідливих умов за формулою:

$$Q_1 = N_1 \cdot D_1 \cdot S_1 = 84 \cdot 3 \cdot 788 = 198\,576 \text{ грн.}$$

де  $N_1$  – кількість працівників господарства, на яких несприятливо впливають шкідливі умови виробничого довілля;  $D_1$  – кількість днів, які надають працівникам, як додаткову відпустку ( $D_1 = 3$  дні);  $S_1$  – усереднена

заробітна платня працівників господарства, яку розраховано на один робочий день.  $N_I = 84$  особи;  $S_I = 788$  грн.

5. Розраховуємо обсяг коштів, які господарство має витратити на надання лікувально-профілактичного харчування (працівники у разі шкідливих умов праці мають отримувати 0,5 л молока за кожен робочий день виконання шкідливих чи важких робіт) працівникам ТОВ «МХП-Агро-С» у 2025 р. Скористаємося формулою:

$$Q_2 = N_I \cdot F_1 \cdot W_1 = 84 \cdot 254 \cdot 17 = 362\,712 \text{ грн.}$$

де  $N_I$  – кількість працівників свинокомплексу, які виконують роботи за несприятливих (шкідливих) умов;  $F_1$  – кількість робочих днів протягом поточного року ( $F_1 = 254$  дні);  $W_1$  – вартість для ТОВ «МХП-Агро-С» 0,5 л молока, враховуючи, що у господарстві немає молочної ферми).  $N_I = 84$  особи;  $W_1 = 17$  грн.

6. Розраховуємо обсяг коштів, які ТОВ «МХП-Агро-С» має витратити, щоб компенсувати у 2025 році доплати працівникам (10 %) за несприятливі та шкідливі умови праці. Використаємо формулу:

$$Q_3 = N_I \cdot M \cdot n \cdot R_I = 84 \cdot 18900 \cdot 12 \cdot 0,10 = 1\,905\,120 \text{ грн.}$$

де  $N_I$  – кількість працівників ТОВ «МХП-Агро-С», які виконують роботи за несприятливих (шкідливих) умов;  $R_I$  – відсоток доплати за шкідливість (10 %).  $N_I = 84$  особи;  $M = 18800$  грн.;  $n = 12$  місяців;  $R_I = 10\%$  (0,1).

7. Тоді загальний обсяг коштів, які ТОВ «МХП-Агро-С» у 2025 році має витратити на компенсації та пільги працівникам, які виконують роботи за несприятливих та шкідливих умов:

$$\Sigma Q_{2023} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 198\,576 + 362\,712 + 1\,905\,120 = 2\,466\,408 \text{ грн.}$$

8. Вважаємо, що у 2026 році для покращення умов праці всім працівникам ТОВ «МХП-Агро-С», які виконують роботи у шкідливих (несприятливих) і важких умовах, потрібно виділити коштів більше, ніж  $B_{min}$ . Тому виділених

коштів вистачить лише для покращення умов охорони праці частині працівників:  $N_2 = 32$  особи. У 2026 році вони вже будуть виконувати роботи за нешкідливих умов. У цьому полягає економічний ефект.

9. Визначаємо, скільки коштів потрібно, щоб компенсувати витрати на додаткові відпустки тим працівникам ТОВ «МХП-Агро-С», яким у 2026 році умови праці не буде покращено:

$$V_1 = (N_1 - N_2) \cdot D_1 \cdot S_1 = 52 \cdot 3 \cdot 788 = 122\,928 \text{ грн.}$$

де  $(N_1 - N_2)$  – кількість працівників, які будуть продовжувати виконувати роботи за несприятливих (шкідливих) умов;  $D_1$  – кількість днів додаткової відпустки ( $D_1 = 3$  дні);  $S_1$  – заробітна платня у розрахунку на один робочий день.  $(N_1 - N_2) = 84 - 32 = 52$  осіб;  $D_1 = 3$  дні;  $S_1 = 788$  грн.

10. Визначаємо обсяг коштів, які господарство має витратити лікувально-профілактичного харчування (по 0,5 л молока кожного робочого дня) працівникам ТОВ «МХП-Агро-С», які будуть продовжувати у 2026 році виконувати роботи за шкідливих умов:

$$V_2 = (N_1 - N_2) \cdot F_1 \cdot W_1 = 52 \cdot 254 \cdot 17 = 224\,536 \text{ грн.}$$

де  $(N_1 - N_2)$  – кількість працівників, які будуть продовжувати у 2026 році виконувати роботи за несприятливих (шкідливих) умов;  $F_1$  – кількість робочих днів протягом наступного року ( $F_1 = 254$  дні);  $W_1$  – вартість 0,5 л молока.  $(N_1 - N_2) = 84 - 32 = 52$  особи;  $F_1 = 254$  дні;  $W_1 = 17$  грн.

11. Визначаємо обсяг компенсаційних коштів, які будуть спрямовані доплати за шкідливі умови тим працівникам ТОВ «МХП-Агро-С», які продовжуватимуть у 2026 році виконувати роботи за шкідливих умов:

$$V_3 = (N_1 - N_2) \cdot M \cdot n \cdot R_1 = 52 \cdot 18900 \cdot 12 \cdot 0,10 = 1\,179\,360 \text{ грн.}$$

де  $(N_1 - N_2)$  – кількість працівників, які будуть продовжувати виконувати роботи за несприятливих (шкідливих) умов у 2026 році;  $R_1$  – відсоток (10 %) доплати за шкідливість.  $(N_1 - N_2) = 84 - 32 = 52$  осіб;  $M = 18900$  грн.;  $n = 12$  місяців;  $R_1 = 0,10$ .

12. Визначаємо загальний обсяг коштів, які у 2026 році ТОВ «МХП-Агро-С» має витратити на компенсації і пільги працівникам, які будуть виконувати роботи за шкідливих умов:

$$\Sigma V_{2024} = V_1 + V_2 + V_3 = 122\,928 + 224\,536 + 1\,179\,360 = 1\,526\,824 \text{ грн.}$$

13. Розраховуємо показник ефективності працезохоронних витрат у ТОВ «МХП-Агро-С»:

$$E_n = (N_2 \cdot Q_1 / N_1 + N_2 \cdot Q_2 / N_1 + N_2 \cdot Q_3 / N_1) / B_{min.} =$$

$$= (32 \cdot 198576/84 + 32 \cdot 362712/84 + 32 \cdot 1905120/84) / 345870 = 2,71.$$

14. Тоді час, протягом якого кошти, які запропоновано спрямувати на працезохоронні потреби у ТОВ «МХП-Агро-С», окупляться протягом:

$$T = 12 / E_n = 12/2,71 = 4,43 \text{ (місяці).}$$

У табл. 6.2 представлено результати розрахунку економічної ефективності працезохоронних заходів у ТОВ «МХП-Агро-С».

Таблиця 6.2. Розрахунок ефективності запропонованих для впровадження працезохоронних заходів у ТОВ «МХП-Агро-С»

Перелік витрат, які пов'язані з охороною праці, у ТОВ «МХП-Агро-С»	Річні витрати підприємства на окремі напрямки охорони праці на свинокомплексі, грн.	
	Будуть за підсумками 2025 р.	Прогнозовані на 2026 р.
Вартість надання працівникам додаткових відпусток, грн.	198 576	122 928
Вартість надання працівникам, які зазнають впливу шкідливих факторів, молока, грн.	362 712	224 536
Доплати до зарплати працівникам господарства за шкідливі умови праці, грн.	1 905 120	1 179 360
Загальні витрати господарства на компенсації і пільги працівникам, грн., $E_p$	2 466 408	1 526 824

Зменшення витрат господарства через покращення умов праці, грн., $\Delta E_p$	-	939 584
Витрати на охорону у господарстві, грн., В, зокрема:	219 500	345 870
- на організаційні заходи, грн., $B_1$	153 650	242 100
- на технічні засоби безпеки, грн., $B_2$	65 850	103 770
Показник ефективності витрат господарства на заходи з охорони праці, $E_n = \Delta E_p / (B_1 + B_2)$	-	2,71
Тривалість окупності коштів $T = 12 / E_n$ , міс.	-	4,43

## ВИСНОВКИ

1. Показано, що механізовані процеси у рослинництві характеризуються для працівників рядом небезпек, які було класифіковано. Статистичні дані Держпраці України про причини виробничого травматизму в сільському господарстві показують, що саме організаційні причини (близько 80 %) є визначальними щодо травм на аграрних підприємствах.

2. Після виконаного аналізу літературних джерел з тематики цієї магістерської роботи зроблено висновок, що дослідження технічних засобів безпеки (захисту) на тракторах і комбайнах та високого рівня професійних ризиків на механізованих процесах у рослинницькій галузі сільського господарства належать до складних (комплексних) завдань.

3. Встановлено, що жоден з проаналізованих у магістерській роботі методів оцінення професійного ризику не може окремо комплексно оцінити рівень ризику за задовільної точності оцінення. Використання того чи іншого методу для оцінення ризику потребує попереднього обґрунтування можливості його застосування на тому чи іншому етапі дослідження, що є суб'єктивним (тобто може бути помилковим), оскільки пропозиції щодо застосування методів розробляють експерти («людський чинник»).

4. Описано особливості умов праці механізаторів (у кабінах тракторів та комбайнів). Запропоновано ряд заходів та технічних засобів для поліпшення умов праці, зокрема розраховано параметри віброізоляції робочого місця (сидіння) механізатора, що дозволить його удосконалити.

5. Проаналізовано статистику виробничого травматизму на польових механізованих роботах. На основі цих статистичних даних розраховано показники ризику згідно з логіко-імітаційною моделлю небезпечної ситуації «загоряння зернового масиву під час жнив». Для цього задіяно комп'ютерну програму SAPHIRE, яку використовують на кафедрі охорони праці та

біотехнічних систем у тваринництві НУБіП України. Показано, як ризик зростає у разі виконання механізованих робіт під час жнив на зерновому масиві за його високого ступеню пожежонебезпеки.

6. Проаналізовано ефективність пристроїв безпеки на мобільних засобах механізації у рослинництві. Зокрема, у цій магістерській роботі запропоновано конструкції пристроїв для того, щоб уникнути травмування працівників у полі та на дорогах.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Древаль Ю.Д. Проблематика державного управління охороною праці. *Теорія та практика державного управління*, 2016. Вип. 1. С. 22-26.
2. Третьяков Є. Щодо особливостей охорони праці в сільському господарстві. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету*, 2014. № 10-1. Т. 2. С. 60-61.
3. Горностаї О.Б., Станіславчук О.В. Оцінка професійних ризиків працівників полігону твердих побутових відходів. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*, 2023. 27. С. 77-85.
4. Tsopa V.A., Yavorska O.O., Cheberiachko S.I., Deryugin O.V., Borovytskyi O.M. Improvement of the management process dynamic professional risks. *Науковий вісник Національного гірничого університету*, 2023. 4. С. 110-117.
5. Ткалич І.М. Теоретичні основи побудови методики оцінки професійного ризику, прийнятної для підприємств різних видів економічної діяльності. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2019. № 3 (116). С. 113–119.
6. Петченко І.В., Майстренко В.В. Особливості впровадження ризик-орієнтованого підходу в систему управління охорони праці в Україні. *Проблеми охорони праці в Україні*. 2023. № 39 (1–2). С. 16–20.
7. Бочковський А.П., Сапожнікова Н.Ю. Концепція проактивного керування охороною праці на підприємствах. *Проблеми охорони праці в Україні*. 2023. № 39 (3–4). С. 28–35.
8. Радіонов М.О., Марченко Д.Д., Курепін В.М. Визначення основних напрямів профілактики травматизму на підприємствах сільського господарства. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 2019. Вип. 1 (101). С. 111-117.

9. Voinalovych Oleksandr, Hnatiuk Oleg, Khmelovskyi Vasyl, Motruch Mykhailo. Improvement of the occupational safety and health management system in Ukraine in view of the relevant declared initiatives of the European Union. *23th International Scientific Conference "Engineering for rural development", Jelgava, Latvia, 22-24.05.2024, 2024. Vol. 23. 93-97.*

10. Войналович О.В. Аналіз стану охорони праці в агрокомплексі. Рослинництво. *Охорона праці і пожежна безпека*, 2017. № 2. С. 29-34.

11. Рогач Ю.П. Практичні підходи по оцінці ризику нещасних випадків на підприємствах АПК. *Щомісячний науковий журнал «Smart and Young»*, 2016. № 7. С. 76-81.

12. Тимочко В., Городецький І., Березовецький А., Войналович О., Вісин О. Оцінка професійного ризику працівників хімічного захисту рослин обприскуванням. *Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія «Агроінженерні дослідження»*. 2022. № 26. С. 185-192.

13. Войналович О.В. Аналіз стану охорони праці в агрокомплексі. Експлуатація сільськогосподарської техніки. *Охорона праці і пожежна безпека*, 2017. № 4. С. 25-29.

14. Войналович О.В. Аналіз стану охорони праці в агрокомплексі. Експлуатація сільськогосподарської техніки. *Охорона праці і пожежна безпека*, 2017. № 5. С. 20-27.

15. Войналович О.В. Вимоги безпеки під час експлуатації сільськогосподарської техніки. *Охорона праці і пожежна безпека*, 2017. № 7. С.12-21.

16. Войналович О.В., Гнатюк О.А. Оцінення професійного ризику трактористів-машиністів під час ремонтування та технічного обслуговування сільськогосподарської техніки. *Науковий вісник Національного університету*

*біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК.* К., 2016. Вип. 254. С. 123-135.

17. Кубіч В.І., Коробочка О.М., Чернета О.Г. Питання експлуатації машин в законодавчих та нормативних актах. Автомобілі і трактори : навчальний посібник. Кам'янське : ДДТУ, ЗНТУ, 2018. 230 с.

18. Адамів С.С., Голод В.П. Дослідження шляхів зниження професійного ризику серед механізаторів в АПК. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького*, 2017. Т. 19. № 74. С. 188-191.

19. Войналович О.В., Марчишина Є.І., Кофто Д.Г. Безпека виробничих процесів у сільськогосподарському виробництві. К: Видавництво НУБіП України, 2015. 418 с.

20. ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. Надано чинності: наказ Мінекономрозвитку України від 02.05.2015 р. № 1429. Видання офіційне. К.: Мінекономрозвитку України, 2015. 20 с.

21. Савченко В. М., Цивенкова Н. М., Савченко Л. Г. Дослідження рівня професійного ризику, виробничого травматизму та профзахворюваності в галузі тваринництва України. *Вісник НТУ «ХПІ»*. Серія: *Механіко-технологічні системи та комплекси*. Харків : НТУ «ХПІ», 2017. № 19(1241). С.151–156.

22. Звіт про НДР (проміжний). Розробка методів наукової підтримки системи запобігання професійним ризикам. Аналіз міжнародного та вітчизняного досвіду оцінки професійних ризиків. Формування теоретичних засад оцінки професійних ризиків на виробництві: ТОВ «Технічний університет Метінвест політехніка». керівник О. Кружилко. № ДР 0122U000369. Запоріжжя, 2022. 49 с.

23. Лис Ю.С. Оцінка ризиків в системі управління охороною праці. *Системи обробки інформації*, 2016. Вип. 9 (146). С. 193-196.

24. Бочковський А.П. Теоретичні аспекти універсалізації оцінки професійного ризику в системах управління охороною праці. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*, 2016. № 14. С. 134–151.
25. Тимочко В.О., Войналович О.В., Вісин О.О. Планування робіт з ідентифікації небезпек у сільськогосподарських підприємствах. *Актуальні проблеми безпеки життєдіяльності людини в сучасному суспільстві: матеріали Всеукраїнської науково-теоретичної інтернет-конференції, м. Миколаїв, 24 листопада 2021 р. Миколаїв : МНАУ, 2021. С. 52-56.*
26. Цопа В. Форми карт керування ризиками небезпек у СУОЗіБП з урахуванням небезпечних чинників. *Охорона праці*, 2022. № 9. С. 13-24.
27. Артемов В., Литвиненко Н. Професійний ризик як спосіб соціальної поведінки в умовах невизначеності. *Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка*, 2020. (67). С. 120-128.
28. Войналович О.В., Андрієнко В.І. Проблеми оцінення професійного ризику на механізованих процесах у сільському господарстві. *Збірник тез доповідей XXII Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки". 16–18 жовтня 2021 року. Київ. Ніжин. 2021. С. 223-225.*
29. Курепін В.М., Марченко Д.Д., Курепін Д.В. Охорона праці в галузі: навчальний посібник для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти. Миколаїв : МНАУ, 2023. 586 с.
30. Кружилко О.Є., Володченкова Н.В., Майстренко В.В., Ткалич І.М., Полукаров О.І. Дослідження впливу заходів ієрархії контролю на професійний ризик. *Проблеми охорони праці в Україні*, 2021. 37(3). С. 8-13.
31. Яремко З.М., Тимошук С.В., Писаревська С.В., Стельмахович О.Б. Охорона праці: навч. посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2018. 430 с.

32. Скакун В.О., Рак Ю.П. Методи та моделі управління ризиком в проектах модернізації потенційно небезпечних об'єктів. *Управління проектами та розвиток виробництва*: Зб. наук. пр.- Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2009. № 1(29). С. 11-17.
33. Дерев'янчук О.В., Дерев'янчук Я.В., Кравченко Г.О., Мотрич А.В. Охорона праці в галузі: навч. посіб. Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2022. 264 с.
34. Гасило Ю.А., Крюковська О.А., Левчук К.О., Романюк Р.Я. Охорона праці в галузі та цивільний захист: навчальний посібник. Кам'янське: ДДТУ, 2017. 369 с.
35. НПАОП 01.0-1.02-18 «Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві».
36. ДСТУ EN ISO 4254-1:2017 «Сільськогосподарські машини. Вимоги щодо безпеки. Частина 1. Загальні вимоги».
37. Ісіченко В.В. Оцінка і аналіз параметрів шуму робочого місця тракториста для зменшення ризиків захворювання на сільськогосподарських підприємствах: кваліфікаційна робота бакалавра: спец. 208 - Агроінженерія; наук. кер. О.С. Полянський. Харків: ХНТУСГ, 2021. 42 с.
38. Голінько В.І. Контроль умов праці: навч. посіб. Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро : НТУ «ДП», 2018. 156 с.
39. Островерх О.О., Краснокутський В.М., Крюкова Т.О. Керованість та стійкість рух тракторів: навчальний посібник. Харків: Друкарня Мадрид, 2021. 156 с.
40. Заїченко В.І., Черепньов І.А. Шляхи зниження віброакустичного навантаження на операторів транспортних засобів. *Інженерія природокористування*. 2017. № 1 (7). С. 97-103.

41. ДСТУ ІЕС/ISO 31010:2013. Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику (ІЕС/ISO 31010:2009, IDT); Надано чинності: наказ Мінекономрозвитку від 11.12.2013 р. № 1469. К.:Мінекономрозвитку, 2015. 74 с.
42. Войналович О., Тимочко В., Василенко О. Система оцінення професійних ризиків на механізованих роботах у сільському господарстві. *Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій: матеріали XXIII Міжнародного науково-практичного форуму, 4–6 жовтня 2022 р. [Електронний ресурс]*. Львів: ЛНУП, 2022. 415-418.
43. Войналович О.В., Писаренко Г.Г, Майло А.М., Гнатюк О.А., Мотрич М.М. Методи дослідження закономірностей накопичення експлуатаційного пошкодження металоконструкцій за тривалої експлуатації та оцінення ресурсу сільськогосподарської техніки: монографія. Київ: НУБіП України, 2019. 116 с.
44. ДСТУ EN 12965:2014 «Сільськогосподарські та лісогосподарські трактори і машини. Карданні вали передачі потужності та їхні кожухи. Вимоги щодо безпеки».
45. ДСП 8.8.1.2.001-98 Державні санітарні правила. Транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві.
46. ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека».
47. ДСТУ ISO 45001:2019 «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування».
48. Дідур К.М., Дмитрюк С.П. Економічна ефективність впровадження заходів з охорони праці. *Агросвіт*, 2020. № 5. С. 43-49.
49. Кружилко О.Є., Сторож Я.Б., Ткалич І.М., Полукаров О.І. Підвищення ефективності управління охороною праці на основі виявлення небезпек та оцінки ризиків виробничого травматизму. *Адаптивні системи автоматичного управління*, 2017. Вип. 2 (31). С. 38-45.
50. Левченко О.Г., Полукаров О.І., Зацарний В.В., Полукаров Ю.О., Землянська О.В. Охорона праці та цивільний захист: підр. Київ: КПІ, 2019. 420 с.

51. Войналович О.В., Пустовойтов Є.В., Тимочко В.О., Вісин О.О. Оцінення рівнів професійних ризиків на механізованих процесах внесення пестицидів. *Тези доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції OSHAgro – 2025. 30 вересня 2025 р.* Київ: НУБіП України, 2025. С.