

УДК 637.134; 631.361; 635.6

№ держреєстрації

0116U002736

Інв. №

Міністерство освіти і науки України  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного  
72312, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр. Б.Хмельницького, 18  
тел. (0619) 42-65-53

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

д.т.н., професор

\_\_\_\_\_ В.Т. Надикто

**ЗВІТ**  
**ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**  
**РОЗРОБКА МЕТОДОЛОГІЧНОЇ БАЗИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ**  
**НАДІЙНОСТІ ОПЕРАТОРІВ МОБІЛЬНОЇ**  
**СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АПК**  
(заключний)

Директор НДІ АТЕ  
д.т.н., професор

О.П. Приць

Керівник НДР  
к.т.н., професор

Ю.П. Рогач

2020

Рукопис закінчено 23 грудня 2020 р.

Результати цієї роботи розглянуто Науково-технічною радою  
науково-дослідного інституту «Агротехнологій та екології»

Протокол № від

## СПИСОК АВТОРІВ

Керівник проекту і відповідальний виконавець – завідувач лабораторії, професор, кандидат технічних наук	Ю.П. Рогач (реферат, вступ, висновки, література)
Доцент, кандидат сільськогосподарських наук	О.В. Яцух (участь у 1.1, 3.1)
Доцент, кандидат технічних наук	О.В. Гранкіна (участь у 2.1)
Доцент, кандидат технічних наук	С.І. Малюта (участь у 2.2)
Доцент, кандидат технічних наук	С.Д. Мазілін (участь у 2.3)
Доцент, кандидат технічних наук	І.М. Мохнатко (участь у 3.2)
Старший викладач, кандидат технічних наук	М.В. Зоря (участь у 1.2)
Магістри М1 ЦБ :	Братусь О.О. Гібл О.О. Єрмак К.М. Запорожчук Г.О. Золотухін В.В. Івова Н.В. Кабанова К.І. Нейковська О.В. Онищенко Є.О. Ромащенко Х.О. Свистельник І.В. Сулій Р.Г. Шамро А.В. Шершенівський О.С.

## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 68 сторінок, 6 рисунків, 17 таблиць, 29 літературних джерела.

Об'єкти досліджень: явище ризику відмов у роботі операторів мобільної сільськогосподарської техніки на підприємствах АПК України.

Мета роботи: розробка заходів щодо запобігання і зниження небезпек, що загрожують безпеці та здоров'ю працівників.

Методи досліджень: 1. Уніфікована методика моніторингу професійних ризиків с/г підприємств. 2. Методика розрахунку імовірності захворювань операторів мобільної с/г техніки в залежності від умов їх праці; 3. Методика визначення індивідуального професійного ризику працівника.

В результаті проведених досліджень: проаналізовано сучасні підходи до управління ризиками в АПК; проаналізовано та оцінено професійні ризики в галузях сільськогосподарського виробництва.

Методологія визначення виробничих ризиків на механізованих процесах сільського господарства має поєднувати на базі логіко-графічних моделей дерева відмов (подій) різні методи оцінення ризиків, які дозволять врахувати діагностичні показники технічного стану сільськогосподарської техніки (наприклад, наявність пошкоджень деталей і елементів конструкцій на певних етапах експлуатації) та експертні оцінки.

Уніфікована методика процедури ідентифікації та оцінки ризиків дозволить мінімізувати ймовірність виникнення нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві. Прогноз на подальші дослідження – розробка математичної моделі та підходів в моделюванні при оцінці ризику відмов в роботі мобільної сільськогосподарської техніки.

Ключові слова: РИЗИК, УПРАВЛІННЯ ПРОФЕСІЙНИМИ РИЗИКАМИ, ПОПЕРЕДЖЕННЯ РИЗИКУ, НАДІЙНІСТЬ ОПЕРАТОРІВ, ПРОФЕСІЙНЕ ЗАХВОРЮВАННЯ.

---

## ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ НАДІЙНОСТІ ОПЕРАТОРІВ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ	7
1.1. Підвищення надійності людини-оператора як складової складної технічної системи «людина – машина»	7
1.2. Сучасні підходи до управління ризиками в АПК як передумова забезпечення стійкості галузі	20
Висновки до розділу I	27
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ УПРАВЛІННЯ ПРОФЕСІЙНИМИ РИЗИКАМИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ	28
2.1. Аналіз і оцінка ризику небезпек у професійній діяльності працівників на механізованих процесах аграрного сектору	28
2.2. Розроблення уніфікованої методики моніторингу професійних ризиків сільськогосподарських підприємств	33
2.3. Оцінювання професійного ризику в галузях сільськогосподарського виробництва	51
Висновки до розділу II	54
РОЗДІЛ 3. НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ПРОФЕСІЙНИМИ РИЗИКАМИ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ	55
3.1. Методика розрахунку імовірності захворювань операторів мобільної сільськогосподарської техніки в залежності від умов їх праці	55
3.2. Застосування моделювання при проведенні аудиту безпеки робочого місця	59
Висновки до розділу III	63
ВИСНОВКИ	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	65

## ВСТУП

Аналіз причин високого рівня виробничого травматизму серед механізаторів сільського господарства належить до складних задач, які вимагають проведення комплексних наукових досліджень [1]. Так, восени 2017 р. у м. Люблін (Польща) було проведено міжнародну конференцію винятково з тематики оцінення професійних ризиків у сільськогосподарському виробництві. Про актуальність проблеми свідчить також той факт, що у журналі «Промислова безпека» та іншій науковій літературі протягом 2017-2020 рр. було опубліковано понад 15 наукових статей, присвячених оціненню та управлінню виробничими ризиками [2, 3].

Потрібно зазначити, що переважна більшість досліджень в Україні з даної проблеми стосується промисловості, енергетики і транспорту, а сільське господарство залишено поза увагою. Однак статистика нещасних випадків за останні роки, у тому числі й зі смертельним наслідком, показує, що сільськогосподарське виробництво залишається галуззю з високим рівнем виробничого травматизму [4-7].

Це підтверджує тезу, що проблема комплексного оцінення ризику травмування на виробництві з урахуванням ймовірності нещасного випадку та тяжкості його наслідків для сільського господарства є достатньо новою і актуальною [8-10]. Система управління охороною праці в АПК має базуватися на впровадженні дієвих механізмів для зниження до прийняттого рівня професійних ризиків [11-15].

**Актуальність роботи.** В країні фіксується питома вага працюючих, зайнятих в несприятливих умовах праці за окремими факторами ризику: шуму, вібрації, запиленості, загазованості і т.д., але при цьому не враховується ступінь ушкодження здоров'я і втрата працездатності працівників, зайнятих в даних виробництвах. Іншими словами: оцінка ризику проводиться фрагментарно і не пов'язана в єдину систему.

Оцінка ризику повинна організовуватися на систематичній основі і повинна проводитися кожного разу, коли відбуваються зміни у виробництві.

Основним методом оцінки професійного ризику в країні є атестація робочих місць, за допомогою якої встановлюється відповідність виробничого середовища нормативним її характеристикам за окремими факторами ризику. Можливості атестації цим і обмежуються. Вона не дозволяє оцінити комплексне або, як кажуть профпатологи, «поєднане» вплив усіх факторів ризику на організм людини. Тому результати атестації слід підкріплювати проведенням комплексної оцінки сукупного впливу всіх факторів виробничого середовища і трудового процесу на організм людини.

Потрібно запропонувати новий підхід до процедури ідентифікації та оцінки виробничих ризиків. У розробленому алгоритмі, на відміну від існуючих, впроваджено показник шкідливих та небезпечних виробничих факторів і структурований етап оцінки ризиків, який надасть можливість підвищити точність визначення рівня виробничих ризиків.

**Мета і задачі дослідження.** Мета – оцінити ризик прояву небезпек у професійній діяльності працівників на механізованих процесах.

Відповідно до поставленої мети були визначені такі задачі:

1. Оцінити ризики в галузі сільськогосподарського виробництва.
2. Розробити методика розрахунку імовірності захворювань операторів мобільної сільськогосподарської техніки в залежності від умов їх праці

**Об'єкт дослідження** – явище ризику відмов у роботі операторів мобільної сільськогосподарської техніки на підприємствах АПК України.

**Предмети дослідження** – причини ризиків травмування операторів мобільної с/ техніки, методи їх виявлення та оцінювання, способи визначення пріоритетів та методи обґрунтування профілактичних заходів.

**Методи досліджень.** Методологічну основу досліджень складає: 1. Методика розрахунку імовірності захворювань операторів мобільної с/т техніки в залежності від умов їх праці; 2. Уніфікована методика моніторингу професійних ризиків сільськогосподарських підприємств.

## РОЗДІЛ 1

### ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ НАДІЙНОСТІ ОПЕРАТОРІВ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

#### 1.1. Підвищення надійності людини-оператора як складової складної технічної системи «людина – машина»

Продовольча безпека країни залежить від рівня виробництва продукції в аграрному секторі, а ефективність виробництва продовольства – від досконалості і стабільності технологічних процесів, технічної оснащеності та компетентності спеціалістів. Одними з основних систем виробництва аграрної продукції є складні технічні системи (СТС). В останні кілька десятиріч особливої гостроти набула проблема удосконалення діяльності людини-оператора в складних технічних системах: «Людина-Машина» («ЛМ»), «Людина-Машина-Тварина» («ЛМТ»), «Людина-Машина Середовище» (ЛМС), «Людина-Машина-Рослина («ЛМР») та («Людина-Машина-Тварина (Рослина)-Середовище» («ЛМТ(Р)С»). З розвитком машин та обладнання сільськогосподарського виробництва, їх ускладненням і перетворенням з простих пристроїв в СТС, все більш проявляється недосконалість людини-оператора при їх використанні [16].

Людина-оператор, як складова СТС приймає найбільш відповідальні рішення, які забезпечують функціонування системи, саме від правильності дій, вміння своєчасно знайти та усунути несправності або ж відмови залежить ефективність вирішення поставлених виробничих завдань, забезпечення агротехнічних вимог, функціонування об'єкта дослідження та безпека людей.

Оснащення аграрного виробництва високопродуктивними агрегатами дає можливість значно підвищити продуктивність праці та скоротити потребу в механізаторах, але це призводить до необхідності вивчення характерних вимог до них. В останні роки в недостатній мірі досліджені або враховуються

параметри людського фактора при організації технологічних процесів і комплектуванні мобільних сільськогосподарських агрегатів.

В аграрному виробництві проблема дослідження об'єктів, що надходять в експлуатацію і поєднують в собі технічну складову і людину-оператора СТС «ЛМ» потребує детального вирішення [11, 12, 16].

Наукові дослідження впливу людського фактора були виконані у світовій і вітчизняній літературі переважно в останні 50-60 років у високотехнологічних галузях машинобудування. Перші серйозні дослідження, що з'явилися в кінці 50-х початку 60-х років відносяться до СТС «ЛМ» військово-промислового комплексу, авіації, морського транспорту, атомної енергетики, радіотехніки.

В галузі механізації сільського господарства дослідження СТС «ЛМ» отримали свій активний розвиток в кінці 80-х на початку 90-х років. Вказані дослідження здійснювались співробітниками ГОСНИТИ, ВІМ, ВІДПІТІМЕСГ, ННЦ «ІМЕСГ», і ряду інших науково-дослідних установ і вищих навчальних закладів [11-14]. В останні роки у вітчизняній і зарубіжній науковій літературі з'явилися нові підходи щодо аналізу надійності людини-оператора СТС «ЛМ» в різних галузях аграрного виробництва. Проведено огляд досліджень надійного функціонування операторів складних технічних систем «людина-машина» в тваринництві [15].

Результати досліджень ефективності роботи СТС «ЛМ» у рослинництві, із врахуванням впливу на їх надійність складової людина-оператор, представлені в багатьох наукових працях вчених України, близького та далекого зарубіжжя. Були опубліковані результати наукових досліджень складових систем «ЛМР» та «ЛМС», які функціонують при реалізації технологічних процесів в рослинництві на прикладі орних і зернозбиральних, виробництва зерна і кормів, транспортних і заготівельних систем [4, 11, 13].

Передбачається, що дослідження та врахування впливу параметрів людського фактора при проектуванні, виготовленні, експлуатації, підтриманні працездатності складних сільськогосподарських машин дозволять



гармонізувати взаємодію підсистеми людини-оператора з підсистемою машина, підвищать їх надійність та стійкість вихідних техніко-експлуатаційних параметрів СТС «ЛМ» в цілому.

Узагальнення досліджень роботи складних сільськогосподарських машин та машинно-тракторних агрегатів (МТА) з оцінкою впливу функціонування людини-оператора на їх ефективність показали, що взаємодія людини-оператора з технічним засобом значно складніша, ніж уявлялось раніше, а її вплив на продуктивність та надійність системи настільки значний, що була підтверджена необхідність дослідження не тільки технічних систем (ТС), але й СТС «ЛМ».

Проведений в статті [7] аналіз основних тенденцій розвитку технологій і техніки показує, що науково-технічний прогрес в агропромисловому комплексі України зумовлює соціально-економічний ефект, який переходить у фактичний через сферу економіки, організації, управління і кадри, які раціонально використовують новітню багатофункціональну і багатоопераційну техніку і сучасні технології. Як зазначають автори статті [7], подальший розвиток техніко-технологічної бази сільськогосподарського виробництва залежить від реалізації цілого ряду умов, серед яких важливе місце займають наступні: забезпечення новою високопродуктивною технікою з можливостями адаптації до конкретних природно-кліматичних і виробничих умов аграрних підприємств; створення нових машинних технологій виробництва с/г продукції; високий рівень кваліфікації кадрів, які будуть експлуатувати і обслуговувати техніку нового покоління.

В Україні досліджень, які були б присвячені вивченню впливу людського фактору на забезпечення надійності СТС в аграрному виробництві, ще недостатньо, а стосовно вивчення впливу складових машина та людина-оператор на СТС «ЛМ» в рослинництві, то вони потребують розширення і наукового обґрунтування. Крім того, не вивчаються питання, пов'язані зі встановлення взаємозв'язку безвідмовної роботи машини та надійної роботи оператора. Якщо при встановленні надійності враховуються лише тільки

фактори, що характеризують відмови технічної складової, тобто ТС, то передбачається, що надійність персоналу дорівнює одиниці. Тобто, можна вважати, що обслуговуючий персонал на 100% забезпечує працездатність ТС. Але, як показує аналіз використання МТА, надійність роботи персоналу нижча, ніж це могло бути в ідеальному випадку.

Питання про підготовку та відбір працівників здатних до надійного виконання своїх функцій – одне з основних для аграрної галузі. Аналіз показує, що навіть не зовсім відпрацьоване психологічне тестування при відборі і зарахуванні на роботу, або ж отриманні допуску на керування технікою та обслуговування механізмів дають позитивні результати.

Вивчення літературних джерел показує, що є обмеження в інформації та відсутні достовірні кількісні показники, які характеризують надійність операторів машин у рослинництві (механізаторів, водіїв, слюсарів-ремонтників, механіків). Складність вирішення проблеми пояснюється недостатньою кількістю спеціального устаткування і науково-обґрунтованих методик для проведення теоретичних і експериментальних досліджень [25].

Значний внесок в основи теорії використання механізаторів у сільськогосподарському виробництві з використанням механізованих технологій і комплексів машин внесено в науковій статті [29]. В працях вченого розкрито вплив базових чинників системи стимулювання працівників на продуктивність і якість праці, ресурсозберігаюче використання техніки. Автором в багатьох своїх наукових розробках встановлені статистичні зв'язки між організаційно-технологічними умовами роботи колективу механізаторів і вихідними техніко-економічними характеристиками технологічних комплексів, визначені межі параметрів, при реалізації яких група працівників здатна забезпечувати максимальну продуктивність.

Заслужують на увагу наукові дослідження, які проведені для технологічних систем «ЛМС» в рослинництві на прикладі обробітку ґрунту та збирання врожаю [16]. Автором досліджено вплив складових «людина», «машина» та «середовище» на продуктивність МТА. Основними факторами,

які, як зазначено в авторефераті, впливають на працездатність складової людина-оператор системи «ЛМС» є рівень професійної майстерності Рпм та втома механізатора Ум. Експериментально було встановлено, що для комбайнера рівень професійної майстерності становить в середньому  $R_{пм}=0,747$ , а його зростання забезпечує підвищення рівня надійності системи «ЛМС» збирального МТА. Ефективність функціонування складової «машина» автор [16] рекомендує оцінювати загальноприйнятими показниками надійності як для ТС. До основних факторів, які найбільше впливають на надійність компоненти «середовище» системи «ЛМС» обробіток ґрунту, в авторефераті запропоновано агроландшафтні характеристики та погодно-кліматичні умови. В [14] було встановлено, що денна продуктивність та реалізація працездатності орних агрегатів і приведена щільність потоку відмов від впливу компоненти людина добре узгоджується із законом Вейбулла, від впливу компоненти машина – із законом нормального розподілу. В той же час, крім професійної майстерності, були б актуальними дослідження інших професійно важливих якостей операторів МТА в рослинництві, включаючи оранку і збирання сільськогосподарських культур.

В авторефераті до дисертаційної роботи [16] представлені дослідження проблеми підвищення надійності та ефективності функціонування технологічних комплексів виробництва зерна та кормів, які обумовлені реальними потребами фахівців в науковій інформації про закономірності динаміки процесів і можливих резервах. Автором запропонована оригінальна концепція дослідження фазового портрету агроінженерної технологічної системи в залежності від множини критеріїв, включаючи рівень процесу, темп, умовну вартість рівня та інші. Автором встановлено, що в реальних системах закономірності динаміки процесів функціонування представляють собою нелінійні динамічні функції критеріїв оцінки ефективності елементів, ядер і систем в цілому за фазами циклів, в залежності від тривалості проходження процесу. Для вивчення закономірностей процесів динаміки

систем в аграрному виробництві, автором досліджень обґрунтовані вісім характерних властивостей елементів систем в межах технологічного циклу виконання процесу.

Виявлення резервів рівня процесу збирання врожаю, живучості системи і визначення структури основних, резервних і додаткових технологій автор здійснив за множиною наступних критеріїв [13]: рівня процесу, темпу, прискорення, живучості системи, кратності резервування системи, збитковості і ефективності технології. Нові наукові підходи та методи, які автор використовує для підвищення ефективності функціонування технологічних комплексів виробництва зерна і кормів практично не враховують впливу людського фактору, який є важливим для забезпечення живучості систем і міг бути ще одним із резервів забезпечення надійності.

В дослідженні [11], розглядається питання надійності функціонування мобільних сільськогосподарських агрегатів як систем «ЛМС». Значне місце в науковій роботі займають питання формування інформаційної бази для проектування, розвитку методичних основ випробування та експлуатації машин. Автором дисертаційної роботи на основі диференційних математичних моделей отримані оптимальні співвідношення між періодами ефективною роботи і відпочинку операторів мобільних МТА з урахуванням необхідності періодичного відновлення їх психофізіологічного потенціалу та підтримання працездатності. В науковій роботі встановлені закономірності втрати операторами збиральних МТА ритмічності в процесі їх експлуатації при значній тривалості відпочинку. В той же час, автор акцентує увагу на тому, що максимум тижневого циклу навантаження на оператора приходить на 3-й або 4-й день тижня, а для сезонного циклу польових робіт – на 4-7 тиждень робіт.

Використовуючи теорію дискретних ланцюгів Маркова [9], автором досліджень були отримані математичні моделі динаміки перехідних процесів роботи технологічних комплексів систем «ЛМ», на основі яких встановлено, що час переходу систем в стаціонарний режим роботи складає 0,9 – 2,7 год.

Як зазначає автор, це відповідає тривалості основних фаз зміни працездатності операторів сільськогосподарських агрегатів. Отримані результати представляють науковий і практичний інтерес, разом з тим, було б доцільно в цьому напрямку провести дослідження, які направлені на встановлення тривалості не тільки стаціонарного режиму роботи МТА як систем «ЛМ» та «ЛМС».

Своєчасні та актуальні дослідження людино-машинних систем в агроінженерній сфері рослинництва проведені в наукових роботах [5, 7, 8]. Надійність систем «ЛМ» в рослинництві автори пропонують визначати за рівнем функціонування машини (механічної підсистеми) та людини-оператора (механізатора). В [9] зазначається, що надійність компоненти людина-оператор як ймовірності безпомилкового прийняття управлінського рішення проводиться на основі спеціально розробленої інформаційно-енергетичної моделі. Оригінальність досліджень полягає в тому, що автор на основі аналізу інформаційно-енергетичної моделі виявляє умови максимальної безпомилковості прийняття рішення і встановлює їх кількісні значення для орного і збирального агрегатів. Необхідність подальшого вивчення представленого напрямку досліджень ми вбачаємо в тому, що представлені в [16] результати розглядають надійність технічної підсистеми системи «ЛМ» при виконанні технологічних операцій лише як ймовірнісних стаціонарних процесів. Автор пропонує залежності для розрахунку ймовірності помилки людини-оператора та ймовірності надійної роботи людини-оператора:

$$\text{ЙПЛ} = \frac{\text{Кількість помилок}}{\text{Кількість можливих помилок}}, \quad (1)$$

$$\text{ЙНРЛ} = \frac{\text{Кількість помилок}}{\text{Кількість можливих помилок}}, \quad (2)$$

де: ЙПЛ – ймовірність помилки людини-оператора;

ЙНРЛ – ймовірність надійної роботи людини-оператора.

Багатогранність досліджень автора підтверджується тим, що в авторефераті представлені для розгляду сім задач, вирішення кожної з яких

дає можливість дослідити вплив на надійність системи «ЛМС» різних факторів: технічної складової, людського фактора, середовища.

Значна частина досліджень в [2, 4-7, 17-23] присвячена вивченню впливу здібностей людини-оператора на працездатність системи «ЛМС», прийнятність умов роботи працівником. Автори пропонують враховувати вплив на роботу системи та складової людина-оператор біомеханічного, психологічного та фізіологічного стресів.

Коефіцієнт технологічної надійності роботи комбайна як механічної підсистеми системи «ЛМС» пропонується розраховувати за наступною залежністю:

$$\eta_H = \frac{\sum_1^n \Delta t_1}{T_{3M}} = \frac{\sum_1^n \int \Delta t_1 f(\Delta t) dt}{\int t f(t) dt + \sum_1^k t_{3i}}, \quad (3)$$

де:  $\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3$  – тривалість роботи комбайна при величині втрат, які не перевищують задану, тобто  $f(\Delta t_i) \leq \Pi$ ;  $\Pi$  – величина допустимих втрат,  $\Pi < 1,5\%$ ;  $T_{3M}$  – загальна тривалість роботи комбайна із врахуванням забивання і усунення відмов у роботі;  $k$  – кількість несправностей і відмов у роботі комбайна;  $t_{3i}$  – тривалість знаходження і усунення несправностей і відмов комбайна.

В наукових статтях [8, 9] представлені шляхи підвищення продуктивності зернозбиральних агрегатів як систем «ЛМ» на основі обґрунтування режимів роботи операторів. В роботах відзначається, що підвищення ефективності збиральних робіт забезпечується використанням великих груп відповідної техніки, введенням системи технічного сервісу в польових умовах, врахуванням людського фактора поряд з технічними підсистемами та науково обґрунтованими організаційними принципами виконання робіт. Однією з впливових причин зміни продуктивності зернозбиральних МТА є зміна продуктивності оператора протягом зміни, яка падає навіть у технічно справної техніки, тому що можливості людини-оператора обмежені. З графіків, які представлені в статті встановлено, що протягом зміни продуктивність МТА як системи «ЛМ» не залишається

постійною. У перші 10-12 хв. вона підвищується, потім досягає найвищого рівня і поступово знижується до середини дня. Після обідньої перерви продуктивність МТА знову зростає, але не досягає рівня першої половини дня. У другій половина робочого дня більш відчутно проявляється втома оператора. Приведені результати підтверджують важливість вказаних дослідження для забезпечення ефективності і надійності роботи МТА у сільському господарстві.

Необхідно в розрізі вивчення системи «ЛМ» більш конкретно дослідити параметричну втому працівників [13]. Про важливість вказаних досліджень в даному напрямку вивчення систем «ЛМ» говорять наступні результати. Залежно від досвідченості комбайнера, за рахунок неточного водіння комбайна коефіцієнт використання ширини захвату жатки в перші 2-4 дні збирання зернових змінюється від 0,87 до 0,95 і в середньому становить 0,91. В середині терміну збирання зернових вказані показники зростають і досягають рівня 0,90–0,97, що в середньому становить 0,94. Представлені показники підтверджують можливість підтримання ефективності роботи та зростання продуктивності зернозбиральних комбайнів завдяки використанню резервів із врахуванням впливу людини-оператора системи «ЛМ».

Як зазначає автор дисертаційної роботи [9], доцільно проводити передзбиральний контроль комбайнера на комбайновому тренажері з метою перевірки підготовленості його до роботи, визначення відповідної класності та мотивації до підвищення кваліфікації. В роботі зазначено, що математична модель вхідних факторів при дослідженні системи «комбайнер-комбайн» добре узгоджується з нормальним законом розподілу з відповідними кількісними характеристиками.

Виконання комплексу підготовчих робіт комбайнера, проведеного в модельних і реальних умовах, підтверджує теоретичні передумови, що зі зростанням функціональних можливостей підсистеми «комбайнер» збільшується продуктивність системи і покращуються її якісні показники роботи. В період входження системи у виробничі умови, зі збільшенням

функціональних можливостей складової «комбайнер» на 45%, продуктивність системи «комбайнер-комбайн» може зрости на 24%, а сумарні втрати за комбайном знизитись на 68%. Представлений в дисертаційній роботі напрям може бути використано в інших галузях аграрного виробництва, включаючи ремонтне виробництво. Використання тренажерів при підготовці майстрів з налагодження сільськогосподарської техніки, слюсарів-ремонтників та слюсарів пересувних пунктів ТО є важливим резервом для підвищення ефективності МТА агрегатів у рослинництві та підвищення надійності персоналу

В науковій роботі [14], запропоновані моделі дослідження зміни надійності механізованих поточних технологічних ліній (МПТЛ) заготівлі сінажу і силосу в залежності від комплектування збиральних ланок. Автор вказує на необхідність формування ланок резервних машин різних марок та обґрунтування кількості запасних частин в ланці технічного обслуговування (ТО). Ймовірність безвідмовної роботи МПТЛ є функцією коефіцієнта готовності МТА і може бути розрахована за наступною формулою:

$$P_{бр}(T_{ар}, T_{аф}, W) = K_g [1 - F(T_o)] + K_g \int_0^{T_{ар}} P(T_{аф}, T_{рез} - \gamma) d\gamma,$$

де:  $P_{бр}$  – ймовірність безвідмовної роботи;  $W$  – продуктивність МТА;  $K_g$  – коефіцієнт готовності;  $T_{рез}$  – час, який обумовлений резервом продуктивності,  $T_{рез} = |T_{ар} - T_{аф}|$ ;  $T_{ар}$  – розрахунковий час, який обумовлений агротехнічними термінами;  $T_{аф}$  – фактичний час роботи.

В дослідженнях автором встановлено, що при зміні віддаленості ланки ТО від ремонтної майстерні агрофірми до 7 км, коефіцієнт простою через відмови другої групи складності для ланки підбирання зростає від 0,05 до 0,11, а для ланки скошування – від 0,04 до 0,09. Отримані результати вказують на доцільність усунення відмов відповідних груп складності безпосередньо в польових умовах. За результатами досліджень в [23] представлені математичні моделі оптимізації складу і режимів роботи технічних засобів в технологічних ланках механізованих технологічних ліній,



які резервуються з використанням накопичувачів і зміни їх надійності в залежності від кількості запасних частин в ланках ТО. Коефіцієнт готовності МПТЛ, яка має в якості резерву продуктивності проміжні ємкості накопичувачів для технологічної ланки, автор пропонує розрахувати за наступною формулою:

$$K_r = \frac{T_0 + T_{PE3}}{\bar{T}_0 + \bar{T}_B}$$

де:  $\bar{T}_0$  – середнє напрацювання до першої відмови МТА;  $\bar{T}_B$  – середній час відновлення МТА,  $\bar{T}_B = T_{PE3} + \Delta T_B$ ;  $\Delta T_B$  – інтервал часу відновлення МТА, який не резервованій додатковою продуктивністю.

Оптимізація проведення ТО і кількості запасних частин дозволяють забезпечити підвищення коефіцієнту готовності МТА не менше, ніж на 0,1. Отримані результати підтверджують можливість використання різних способів резервування для забезпечення надійності МТА у рослинництві.

В статті [25] пропонується удосконалена система ТО зернозбиральних комбайнів, яка в динаміці враховує не лише старіння і втрату працездатності комбайнів, але й зміни потенціалу бази ТО. За різних співвідношень фізичних змін у комбайнах, при їх старінні та старінні баз їх ТО, автором запропоновані графи станів та аналітичні залежності для встановлення функцій готовності та відновлення. В статті [26] зазначається, що якісне виконання технологічних процесів відновлення працездатності зернозбиральних комбайнів в значній мірі залежить від досвіду, кваліфікації та професійного рівня обслуговуючого персоналу. Це лише невеликий перелік професійно важливих якостей працівників підприємств з ТО сільськогосподарської техніки, які потребують детального вивчення та використання для підтримання її працездатності та забезпечення надійності СТС «ЛМ» в галузях аграрного виробництва.

Актуальними в розрізі вирішення питань забезпечення працездатності МТА в рослинництві як систем «ЛМС» є дослідження [12], в яких надійність складової машина розглядається в залежності від залишкового ресурсу

технічного засобу, від впливу наявного комплексу ЗІП та можливості його повторного використання після ремонту. В [22] зазначено, що характер зміни технічного стану машини в процесі експлуатації апроксимується ймовірнісною моделлю розподілу Вейбулла. Автор пропонує обґрунтувати необхідну кількість та три рівні зберігання комплектів ЗІП.

Виходячи з проведеного вище аналізу [19], ефективність використання сільськогосподарської техніки багато в чому обумовлена здатністю людини керувати і контролювати її роботу. Максимальна ефективність роботи МТА досягається лише в тому випадку, коли конструкція агрегату враховує можливості та обмеження, які властиві людині-оператору, а людина-оператор цілеспрямовано підготовлена до специфічних вимог оптимального управління конкретною конструкцією машини або ж обладнання [15]. Це черговий раз підтверджує необхідність використання тренажерів для підготовки операторів для роботи на відповідних МТА та розробки відповідного методичного забезпечення.

Особливістю проведених вище досліджень надійності СТС «ЛІМ» є те, що в більшості наукових праць аналіз компоненти людина-оператор проводиться для працівників масових професій: трактористів, комбайнерів, операторів машин. ще недостатньо проведено досліджень з вивчення роботи інших категорій працівників в агроінженерній галузі, включаючи техніків-механіків, інженерів, майстрів з налагодження сільськогосподарських машин, слюсарів-ремонтників, слюсарів технічного сервісу.

В статті [14] представлені методичні передумови та встановлені ПВЯ кандидатів на посади ІТР ремонтних служб аграрних підприємств, які відображають 21 показник. Вказані показники представляють чотири основні групи ПВЯ: кваліфікаційні вимоги; професійні вимоги; вимоги, які визначають відношення до роботи; психологічні вимоги.

На рис. 1 приведене графічне відображення результатів опитування та встановлення ПВЯ інженерно-технічних працівників ремонтної служби аграрних підприємств Київської області. Опитування проведене у 2017 році.

У нових умовах використання СТС «ЛІМ» в аграрному виробництві, роль людини-оператора принципово змінюється. Оператор перестає бути лише виконавцем, який управляє машиною, або ж обслуговує машину, а стає головною ланкою в технологічному процесі. Це обумовлює потребу в працівникові нового типу, якого відрізняють професіоналізм і компетентність, самостійне і творче мислення, освіченість і відповідальність в діях.

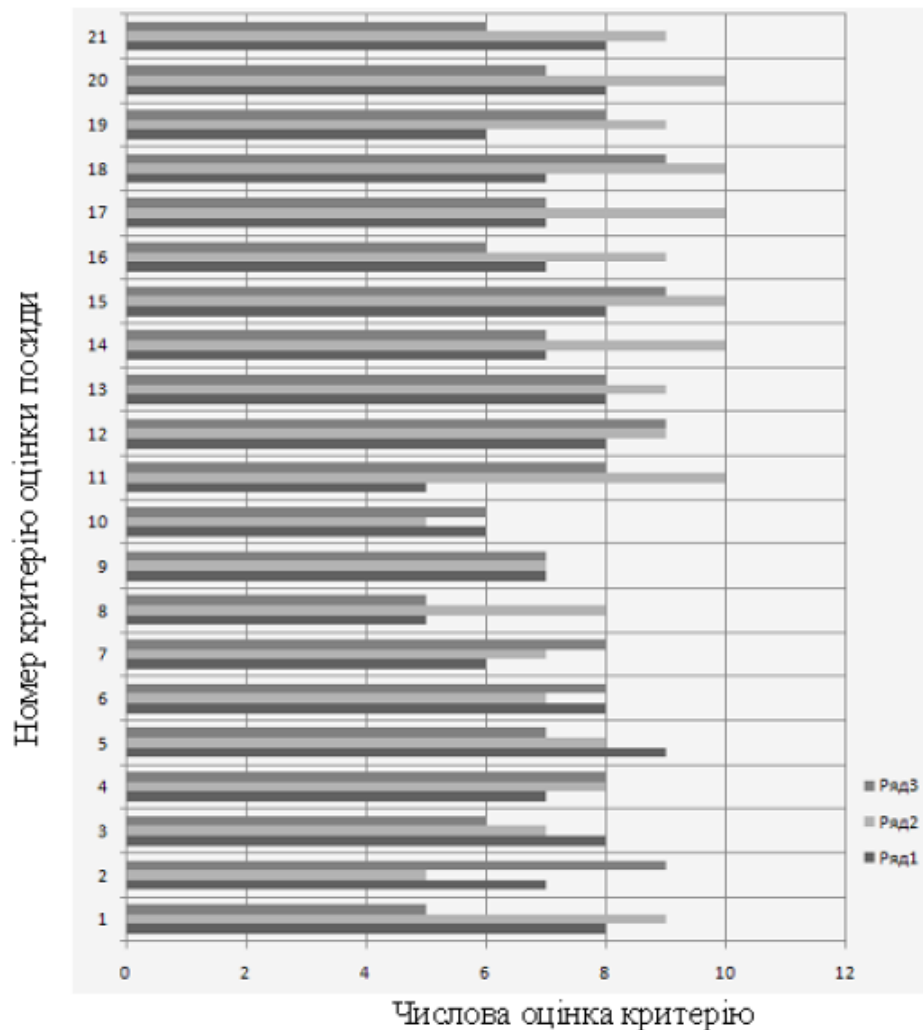


Рис. 1. Графічне відображення ПВЯ інженерно-технічних працівників ремонтної служби аграрних підприємств: 1 – ПСП «Шевченківське» (ряд 1); 2 – ПСП «Жито» (ряд 2); 3 – ДП «Дослідне господарство Чабани» ННЦ «Інститут землеробства» (ряд 3).

Вказані компетентності повинні бути включені до ПВЯ працівників різних категорій [16]. Нова сільськогосподарська техніка і перспективні

технології повинні з'являтися в навчальних аудиторіях університетів і коледжів раніше, ніж в аграрних підприємствах, а підвищення кваліфікації працівників повинне проводитись постійно, [2, 18, 22]. Освітня і професійна підготовка операторів СТС «ЛМ», якою є сучасна с/г техніка повинна проводитись на основі випереджаючого і профільного навчання.

1.2. Сучасні підходи до управління ризиками в АПК як передумова забезпечення стійкості галузі

Агропромисловий комплекс є складною системою, якій об'єктивно властиві усі основні особливості великої системи: складність структури, складність взаємозв'язків. Стан агропромислового комплексу є важливим індикатором стану національної економіки будь-якої держави в цілому. Для України значущість АПК обумовлена зв'язками населення значної частини країни, що історично склалися, із землею, з роботою на землі, високою часткою сільськогосподарського виробництва у валовому внутрішньому продукті, з необхідністю забезпечення продовольчої безпеки.

Не тільки в агросекторі, але і у всьому бізнесі відбувається перехід від механістичного підходу (коли економічна діяльність оптимізується незалежно від поведінки конкурентів) до стратегічного моделювання: на найважливіші рішення підприємства починає впливати сукупність факторів, на пряму пов'язаних із діяльністю конкурентів. Подальша зміна пов'язана з впливом на інформаційні поля. Необхідним вбачається поява розуміння, як змінюються правила гри, і, щодо змін, які прийдуть через півроку-рік, необхідно готуватися вже сьогодні.

Стратегічне моделювання та інтегроване управління ризиками стане можливим при розумінні того, як між собою взаємодіють агрохолдинги, дистриб'ютори, маленькі ферми, банки, виробники, їх дилери в Україні, лізингові компанії, трейдери, переробні заводи і регулятор. В першу чергу, виникає необхідність визначити, які саме ризики є домінантними для АПК.

На сьогоднішній день в Україні питання щодо сутності і структури агропромислових ризиків, їх класифікації та доцільності є дискусійними. Дослідженню ризиків присвячені праці таких зарубіжних вчених як: Міллер В. (Miller, 1998), Томпсон А. А і Стрікленд А. Дж. (Thompson & Strickland, 2008). Серед вчених з країн СНД варто виділити Давлетова Р. М., Крупко С., Валинурова Л. С., Левченко Н. А.

Певний внесок у дослідження окресленої проблематики здійснили українські вчені, такі як: Гриньов А. В., Кірдіна О. Г., Ландик В. І. Але більшість вітчизняних дослідників розглядає макроекономічні проблеми управління ризиками в АПК в контексті результатів зарубіжних досліджень.

Нестабільність та невизначеність в діяльності аграрних підприємств визначають дві групи ризиків – ринкове середовище та природно-кліматичні умови. Ризики – це можливі несприятливі події, що можуть відбутися, і в результаті можуть виникнути збитки, майнові втрати учасників зовнішньоекономічної діяльності. На сьогодні їх результатом є складний фінансовий стан підприємств АПК, а також зниження рівня життя в сільській місцевості.

Агроекологічні ризики характеризуються впливом природно-кліматичних чинників на умови господарювання в АПК, а також причин природного і техногенного характеру. Прояв агроекологічних ризиків можливий, також, в умовах поширення небезпечних вірусних захворювань, що призводять до небезпеки продуктів харчування для населення. Окремо виділяються ризики в тваринництві, пов'язані із забоєм зараженого великого числа поголів'я худоби і птаха з наступною утилізацією туш в ситуаціях епідеміологічної небезпеки.

Важливе значення в системі ризиків цієї групи має ризик нестачі водних ресурсів, необхідних, зокрема, для зрошування с/г земель. У багатьох регіонах світу прісна вода дефіцитна і її наземні і підземні ресурси з кожним роком зменшуються. Цей ризик посилюється дефіцитом засобів на фінансування капітальних вкладень в облаштування систем для забезпечення сільськогосподарських земель водними ресурсами.

Ризики цієї групи чинять значний вплив на стан продовольчої безпеки, оскільки на певний період різко скорочується випуск продукції сільського господарства; скорочення виробництва з певним лагом проявляється в харчовій і переробній промисловості. Стабільне і ритмічне забезпечення населення регіону продуктами харчування на певний період порушується через необхідність пошуку нових каналів постачань сільськогосподарської сировини, що відповідає вимогам якості і безпеки.

Опосередкованим проявом ризиків агроекологічного характеру є зменшення задіяних виробничих потужностей на підприємствах харчової і переробної промисловості, скорочення або заборона міжрегіонального і міжнародного експорту сільськогосподарської продукції, а також готових харчових продуктів, зростання імпорتنих або міжрегіональних постачань сільськогосподарської сировини і продовольства. Усі ці обставини згубним чином позначаються на стані продовольчої безпеки [27].

Продаж на ринку запасів з державного зернового фонду дозволив би в майбутньому стабілізувати ціни на ринку, підтримати підприємства, які займаються вирощуванням худоби, створити умови для відновлення стійкості агропромислового комплексу. В цілому слід підкреслити, що агроекологічні ризики є досить важко прогнозованими, тому у рамках національної системи прогнозування кризових ситуацій слід зробити зусилля із створення багатофакторної моделі оцінки ризиків цієї групи.

Технологічні ризики сільського господарства, харчової та переробної промисловості пов'язані з незадовільним станом матеріально-технічної частини підприємств і організацій (моральний, фізичний і функціональний знос технічних засобів і устаткування). Також прикладом причин появи ризиків цієї групи є невідповідність технологічних процесів і устаткування вимогам стандартів і регламентів виробництва продукції сільського господарства, харчової і переробної промисловості.

З точки зору доступності спеціалізованої техніки і устаткування технологічні ризики у рамках забезпечення продовольчої безпеки

розкриваються залежно від процесу технічного і технологічного переозброєння (модернізації) підприємств АПК, від постачань імпортного устаткування, послуг іноземних компаній по сервісу і ремонту устаткування, що постачається. Відставання сільськогосподарського, харчового і переробного машинобудування, що поєднується з низькими показниками конкурентоспроможності продукції за ціною, якістю і мірою автоматизації, обмежують можливості щодо забезпечення продовольчої безпеки, що свідомо скорочує внутрішній виробничий і експортний потенціал України. Неувага з боку державних органів влади до технологічного розвитку АПК збереже відставання від розвинених країн.

В умовах економічної кризи ступінь тяжкості ризиків цієї групи посилюється у зв'язку з ростом процентних ставок за кредитами, значнішим труднощам в залученні підприємствами АПК позикових засобів і у використанні лізингових схем. Підприємства агропромислового комплексу, по суті, опинилися в ситуації необхідності виживання за рахунок власних засобів. Накопичення зношення основних фондів стримувало диверсифікацію виробництва продукції, що могло б дозволити вийти з кризи з меншими втратами.

Інструментом регулювання ризиків цієї групи є стимулювання розвитку адресного пільгового кредитування підприємств АПК з боку найбільших банків з державною участю. Крім того, пряма державна підтримка придбання сільськогосподарськими підприємствами техніки, устаткування дозволила б активізувати виробництво, почати його поступову диверсифікацію. Держава мусить звернути підвищену увагу на заводи з виробництва устаткування для с/г, харчової і переробної промисловості.

Макроекономічні ризики за своєю суттю включають ризики внутрішнього і зовнішнього характеру, які поділяються на національні макроекономічні ризики і загальносвітові макроекономічні ризики, у тому числі зовнішньо-торгівельні.

Національні макроекономічні ризики, що впливають на розвиток АПК і процес забезпечення продовольчої безпеки, пов'язані з темпами агроінфляції, зміною цін на ресурси, що споживаються в АПК, заходами фіскальної і тарифної політики, а також з державною підтримкою сільського господарства. В умовах економічної кризи найбільш згубний вплив має зростання цін на ПММ, що викликає істотні збитки підприємств галузі

До основних загальносвітових макроекономічних ризиків слід віднести зовнішньоторговельні ризики, які проявляються у зобов'язаннях щодо митного регулювання, характерних для країн-членів митних і торгових союзів (Митний союз; СОТ); зміні світових цін на с/г товари, курсу валют і ступеня залучення країни в інтеграційні і обмінні процеси.

Інструментами зниження несприятливої дії макроекономічних ризиків є засоби фінансового страхування для підприємств і організацій АПК, а також міри державного захисту внутрішнього ринку шляхом надання субсидій, протекції інтересів с/г товаровиробників при входженні в митні і торгові союзи, встановлення тарифно-митних обмежень щодо ввезення продовольства на внутрішній ринок.

Одним зі вагомих видів ризиків, що розкривають проблеми забезпечення продовольчої безпеки, є група соціальних ризиків. Ця група ризиків характеризує стан здоров'я населення, яке підтримується якісним і калорійним живленням в рекомендованих нормах споживання, що відповідають території проживання, трудовій активності і внутрішнім потребам для активної життєдіяльності.

Частина ризиків соціальної групи характеризується показниками доступності для населення продовольства в економічному і фізичному сенсі. Економічна доступність складається з сукупності параметрів, до яких можна віднести динаміку цін на продукти харчування, зміну купівельної спроможності, динаміку прибутків населення та ін. Фізична доступність передбачає безперервну можливість споживання в необхідних об'ємах та асортименті, підкріплену платоспроможним попитом.



Нівеляція негативної дії групи соціальних ризиків, може бути здійснена за рахунок:

- по-перше, створення системи гарантованого доступу споживачів різних соціальних груп, незалежно від рівня прибутків, до продовольчого ринку і можливості придбання продуктів харчування за прийнятними цінами;
- по-друге, регулювання торгової діяльності в цілях зниження кількості посередницьких структур і налагодження прямих зв'язків між учасниками АПК і продовольчого ринку;
- по-третє, формування заходів підтримки підприємств і організацій АПК на усіх етапах від виробництва до реалізації.

Відповіддю на високий динамізм зовнішнього середовища і на необхідність створення мобільної і гнучкої структури взаємодії підприємств АПК може слугувати методика реінжинірингу, що ґрунтується на процесному підході. Для розуміння реінжинірингу бізнесу як методології визначимо поняття «Інжиніринг бізнесу». Е. Ойхман і Э. Попів рахують, що «інжиніринг бізнесу – це набір прийомів і методів, які компанія використовує для проектування бізнесу відповідно до своїх цілей», а "його найбільш важливе застосування – реінжиніринг, або перебудова існуючих компаній".

Головні причини виникнення реінжинірингу полягають в значному прискоренні змін, що відбуваються в зовнішньому середовищі компанії, щоб задовольнити вимоги споживачів, не поступатися суперникові в умовах високої конкуренції, удосконалити свої внутрішні процеси, розвивати діапазон пропонованих товарів і послуг.

Основу реінжинірингу складає пристосування діяльності компанії під потреби клієнта. Це сталося у зв'язку з тим, що ринок у цивілізованому світі контролюється не виробниками, а споживачами, які усвідомили свою владу над виробниками, що втратили в умовах жорсткої конкуренції контроль над ринками : клієнт розуміє, що його невдоволення і можливий у зв'язку з цим відхід до конкурента – це загроза для виробника, основний мотивуючий

чинник, тому виробник постійно вимушений пристосовуватися до нових запитів своїх клієнтів і нових технологій.

Методологію реінжинірингу необхідно будувати на інноваціях: технічних, технологічних, продуктових і організаційно-економічних. Інновація – це нова ідея, реалізована на практиці. Необхідність інновацій викликана високим динамізмом ринкового середовища, зростанням конкуренції і зниженням рентабельності. Впровадження реінжинірингу підприємства, заснованого на інноваціях, дозволить набути компанії ряду конкурентних переваг, розширити ринкову долю компанії, збільшити прибуток і зробити її привабливою для інвестицій.

Великого значення набуває питання про реінжиніринг в аграрному секторі економіки, метою створення якого є забезпечення продовольчої безпеки країни, збільшення виробництва сільськогосподарської продукції шляхом пріоритетної і масштабної державної підтримки, забезпечення населення вітчизняними продовольчими товарами.

У сучасних умовах більшість підприємств переробної сфери інтегруються з сільгоспвиробниками для забезпечення постійної якісної сировинної бази. Проте, не завжди інтеграція здійснюється на взаємовигідних умовах і не завжди підприємства до неї готові через відсутність мобільності і гнучкості в структурі управління і виробництва. Методика реінжинірингу, заснована на тому, що перепроєктування усіх бізнес-процесів, дозволить оптимізувати інтеграційні процеси з урахуванням цільових інтересів усіх учасників інтегрованої системи.

## Висновки по розділу I

1. Проведений вище аналіз наукових праць та напрями реалізації мети статті підтверджують важливість обраного напрямку досліджень, який можна розглядати як узагальнення вивчення надійності складних технічних систем у рослинництві. Представлені та проаналізовані результати досліджень, включаючи моделі та аналітичні залежності дозволяють формувати раціональні шляхи підвищення професійного і психофізіологічного рівня персоналу, методів підвищення надійності СТС «ЛМ».

Подальший розвиток підвищення ефективності функціонування та надійності СТС «ЛМ» вимагає використання принципів системного підходу, розробку методів опису зовнішніх умов роботи, моделювання процесів, систематизації поведінки складових систем, розширення теоретичних і методичних розробок.

2. Реалізація заходів стримування ризиків, що були розглянуті, без збільшення міжгалузевих і внутрішніх дисбалансів дозволить організувати ефективну товаропровідну регіональну мережу, сприятиме зниженню вартості сільськогосподарської сировини при збереженні або підвищенні економічної ефективності діяльності в цьому секторі економіки, а також призведе до розширення економічної доступності продуктів харчування за рахунок зниження цін.

В умовах сучасної економічної кризи, у рамках широкого пакету заходів, спрямованих на стабілізацію рівня прибутків населення і показників безробіття, державою повинні бути зроблені кроки щодо збільшення пенсій і заробітних плат, стипендій, інших соціальних виплат. Засоби, додатково виділені населенню, повинні бути частково спрямовані на придбання продукції АПК, що підтримає на відносно стабільному рівні об'єми реалізації продукції. Цільова підтримка населення с/г орієнтованих населених пунктів (засоби на придбання житла для молодих сімей, стимулювання припливу робочої сили за рахунок мігрантів) дозволить зберегти кадровий потенціал підприємств АПК, запобігти безповоротним процесам.

## 2. АНАЛІЗ УПРАВЛІННЯ ПРОФЕСІЙНИМИ РИЗИКАМИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

### 2.1. Аналіз і оцінка ризику небезпек у професійній діяльності працівників на механізованих процесах аграрного сектору

Дослідженнями проблем аналізу і оцінки ризику небезпек професійної діяльності працівників різних галузей економіки займаються як вітчизняні, так і зарубіжні вчені [4-7, 16, 19-28]. Результати їхніх досліджень знайшли своє відображення в монографіях, дисертаціях, наукових статтях, виступах на наукових конференціях, навчально-методичній літературі. Вагомий внесок у теоретичне обґрунтування необхідності розроблення і впровадження в Україні системи управління охороною праці на основі ризик-менеджменту внесли доктори технічних наук Г.Г. Гогіташвілі [7], Г.Г. Лесенко, А.О. Водяник, вчені Національного науково-дослідного інституту промислової безпеки та охорони праці. Практичні аспекти механізму застосування системи управління ризиками на виробництві знайшли своє відображення в публікаціях В.А. Цопи, А.А. Романчука та інших фахівців з охорони праці. Аналізу умов праці, оцінки потенціальних та реальних небезпек шкідливого впливу на здоров'я людини чинників виробничого середовища, розробленню методології оцінювання ризику присвячені праці вчених Інституту медицини праці НАМН України. Проблеми небезпечних ситуацій на виробничих процесах АПК та методика оцінювання професійного ризику розглядається в роботах науковців В.О. Войналовича [4, 5], О.А. Гнатюка, С.Д. Лехмана [11, 12]. Серед зарубіжних учених заслуговують на увагу праці Є.Т. Карчевські, А.С. Рабенди, В.П. Баскакова.

Аналіз наукових джерел свідчить про необхідність подальшого системного дослідження професійних ризиків, що стане важливим підґрунтям вдосконалення системи управління охороною праці на підприємствах.

Оцінювання професійного ризику нині не має однозначного розуміння в колах науковців і є недостатньо розкритим. Це зумовлено багатоаспектністю даного явища, практично повним ігноруванням його нашим господарським законодавством у реальній практиці та управлінській діяльності.

Водночас концепція ризику знаходить все більше прибічників і вже реалізується в багатьох наукових дослідженнях, які стосуються оцінки ризиків шкідливого впливу шуму та вібрацій у виробничих процесах. Глобальна стратегія Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) з охорони здоров'я усіх працюючих, прийнята 49-ю Генеральною Асамблеєю Охорони здоров'я у травні 1996 р., вважає пріоритетним завданням наукову оцінку професійного ризику для здоров'я.

Розроблення концепції оцінки та управління ризиком на сьогодні вважається одним із пріоритетних завдань у багатьох сферах наукових знань (економіка, медицина праці, техніка та ін.) та знаходить все більше прибічників. Про це, зокрема, свідчить неухильне збільшення кількості статей, наукових конференцій, підручників, у яких розглядаються проблеми оцінки і управління професійними ризиками. Разом з тим, через низку причин розроблені й впроваджені в інших галузях економіки методи оцінювання професійного ризику на робочих місцях не знайшли широкого застосування в галузі сільського господарства, зокрема у землеробстві та рослинництві. Здебільшого це пов'язано зі складністю реалізації наявних методик та необхідністю залучення кваліфікованих експертів, які цими методами володіють.

Нині рівень професійного ризику смертельного травмування на виробничих процесах у сільському господарстві залишається на досить високому рівні — в межах  $1,1 \cdot 10^{-4} \dots 1,4 \cdot 10^{-4}$ . Такий рівень смертельного ризику перевищує не лише задовільний ( $\leq 5 \cdot 10^{-5}$ ), а й допустимий ( $\leq 10^{-4}$ ) рівні, установлені в країнах із розвинутою ринковою економікою.

Отже, розв'язання проблеми подальшого розроблення методів (інструментів) аналізу й оцінки професійних ризиків є актуальним завданням, яке має стати науковим підґрунтям для удосконалення системи управління охороною праці (СУОП) підприємств с/г галузі, заходів профілактичного захисту працівників від імовірних небезпек під час виробничих процесів.

Об'єктом дослідження є небезпеки на виробничих процесах підприємств АПК. Наприклад, на робочому місці на працівника, який виконує роботу в галузях землеробства та рослинництва із використанням машин і механізмів, з різною частковою ймовірністю ризику можуть впливати небезпечні і шкідливі чинники фізичної, хімічної і біологічної дії, а також ризику чинників трудового процесу (важкість, інтенсивність, монотонність праці та ін.) [17. 20, 22, 27].

Аналіз існуючих концепцій щодо оцінювання ризиків виробничих небезпек свідчить про наявність різних підходів до розв'язання проблеми.

На наш погляд, найбільш прийнятною є концепція, запропонована професором кафедри охорони праці НУ «Львівська політехніка» Г.Г. Гогіташвілі [7], в основу якої покладено:

1. Виявлення можливих причин виникнення ризику різного роду небезпечних ситуацій для працівників при виконанні робіт на механізованих процесах з урахуванням їх можливих дій: обробіток ґрунту, внесення добрив, сівба та садіння, застосування хімічних засобів захисту рослин, збиральні роботи, тощо. Така процедура передбачає всебічний розгляд технологічних процесів під час виконання механізованих робіт з погляду на безпечність та нешкідливість для працівників з урахуванням усіх аспектів відображених у структурі нормативно-правових актів, які регламентують їхню безпеку праці, положення про СУОП та виявлення небезпечних і шкідливих факторів, характерних виробничому середовищу, що можуть призвести до небезпечної події.

2. Визначення ступеня (рівня) базового ризику виникнення небезпечних ситуацій.

Таблиця 1. Експертна оцінка виникнення ризику небезпечної події

Ймовірність небезпечної події	Результати аналізу та коментарі до них
5 – майже напевно	Подія, що спостерігається регулярно. Подія, що трапляється в більшості випадків
4 – досить ймовірно	Подія, що спостерігається періодично
3 – ймовірно	Подія, що трапляється інколи
2 – малоймовірно	Подія, що спостерігається рідко
1 – майже неймовірно	Подія, що трапляється лише за виняткового збігу обставин

Таблиця 2. Важкість небезпечної події та можливі її наслідки

Важкість небезпечної події		Можливі наслідки та відповідальність
5 – надвисока	Груповий нещасний випадок (постраждало 2 і більше працівників); нещасний випадок зі смертельними наслідками, аварія, пожежа	Розслідування державними органами влади. Кримінальна відповідальність. Штрафні санкції. Зупинка робіт. Анулювання ліцензії на вид діяльності
4 – висока	Важкий нещасний випадок (тимчасова непрацездатність понад 60 робочих днів). Профзахворювання. Інцидент загоряння	Розслідування державними органами влади. Кримінальна відповідальність. Штрафні санкції згідно КпАП. Можлива призупинка робіт
3 – незначна	Важке поранення, хвороба з тимчасовою втратою працездатності тривалістю до 60 робочих днів. Інцидент загоряння	Розслідування державними органами влади. Штрафні санкції згідно КпАП. Можлива призупинка робіт
2 – мала	Травма без втрати працездатності, потреба у стаціонарній медичній допомозі, надання легшої роботи. Внутрішнє розслідування	Адміністративна відповідальність. Штрафні санкції згідно КпАП
1 – незначна	Незначна травма без втрати працездатності, надання першої медичної допомоги	Дисциплінарна відповідальність

Таблиця 3. Ступінь професійного ризику та запобіжні заходи

Ступінь ризику (бали)	Припустимість ризику	Запобіжні заходи
Надвисокий (55 – 75)	Неприпустимий	Заборона ведення робіт. Потребує невідкладних дій керівництва підприємства із обов'язковим складанням плану запобіжних заходів та призначенням відповідальних осіб за їх виконання
Високий (24 – 54)	Неприпустимий	Заплановану роботу виконувати заборонено, поки ризик не зменшено до припустимого рівня. Потребує уваги керівництва підприємства. Терміново проінформувати виконавців робіт та їх безпосередніх керівників, службу охорони праці. Вжити заходів для зниження ризику і забезпечення безпеки працівників
Середній (10 – 23)	Припустимий	Вжити заходів для зниження ризику із забезпеченням безпеки працівників
Низький (1 – 9)	Припустимий	Не потребує жодних заходів

Ступінь базового ризику виникнення небезпечної ситуації визначається за формулою:

$$P=ТВЧ,$$

де Р – ступінь базового ризику; Т – важкість та можливі наслідки небезпечної події; В – ймовірність виникнення ризику небезпечної події; Ч – частота дії на працівників чинників безпеки.

Умовна ймовірність виникнення ризику небезпечної події в кількісному відтворенні визначається шляхом експертної оцінки за табл. 1. Експертну оцінку здійснює група призначених фахівців.

Важкість та можливі наслідки небезпечної події в кількісному відтворенні визначаються за табл. 2.

3. Розробка плану заходів за результатами визначення ступеня базового ризику.

Зміст плану заходів наведено у табл. 3.



4. Після впровадження запланованих заходів потрібно оцінити залишковий ризик та визначити, чи став припустимим ступінь ризику небезпечної ситуації на робочому місці, тобто чи забезпечили впроваджені заходи очікуваний результат.

Аналіз і оцінка професійних ризиків є одними з найсучасніших напрямів удосконалення СУОП, що дають змогу виявляти небезпеки, оцінювати і прогнозувати ризики на виробничих процесах і на цій основі розробляти адекватні запобіжні заходи залежно від ступеня ризику.

У результаті проведеного дослідження запропоновано кількісну оцінку ризику подій-небезпек із використанням балового методу, що дає можливість визначити заходи оперативного запобігання можливим негативним наслідкам на виробничих процесах АПК.

Оцінювати рівень професійного ризику потрібно перед введенням в експлуатацію машин, механізмів та обладнання, а в подальшому – у разі змінення конструкції обладнання, параметрів технологічного процесу, організації праці. Працівник повинен бути ознайомлений з результатами ідентифікування та оцінення професійного ризику і з впроваджуваними заходами щодо його недопущення (зменшення).

## 2.2. Розроблення уніфікованої методики моніторингу професійних ризиків сільськогосподарських підприємств

Працівники сільськогосподарських підприємств знаходяться під впливом численних небезпечних факторів. Існує реальна загроза для здоров'я працюючих та великий ризик виникнення виробничого травматизму.

Уніфікована методика процедури ідентифікації та оцінки ризиків дозволить мінімізувати ймовірність виникнення нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві. Охорона здоров'я працюючих є необхідною умовою економічного та соціального благополуччя країни. Оцінка ризиків дає можливість уникнути значних фінансових витрат

на ліквідацію наслідків небезпечних подій та підвищити рівень стабільності виконання виробничих завдань на гірничорудних підприємствах.

Розроблена уніфікована методика може сприяти накопиченню баз даних за кількісними і якісними характеристиками професійних ризиків в різних виробничих соціотехнічних системах видів діяльності. Тому, актуальність уніфікованої методики моніторингу професійних ризиків полягає [19, 22, 24]:

- у виявленні та об'єктивному оцінюванні ризиків, у тому числі кількісними показниками;
- у забезпеченні економічно-обґрунтованому вибору;
- у застосуванні практично-здійснених заходів для мінімізації ризику травмування на виробництві.

Вищевикладене визначає необхідність та актуальність уніфікованої методики оцінки професійних ризиків як одного з напрямків оптимізації системи управління охороною праці. Це пояснюється передусім тим, що з кожним роком збільшується кількість професійних ризиків на виробництві.

Управління ризиком включає в себе розробку і реалізацію економічно обґрунтованих для підприємства рекомендацій і заходів, спрямованих на зменшення стартового рівня ризику до прийняттого фінального рівня. Це дає змогу визначити пріоритетні напрямки ефективного планування ОП.

Автори [20-22] зазначають, що створення єдиної системи показників в галузі охорони праці полягає в удосконаленні національного трудового законодавства та поліпшенні умов праці шляхом здійснення міжнародних програм технічного співробітництва.

Основні підходи до управління промисловими ризиками закладені в наукових працях [23-25] та передбачають основні принципи регулювання стану охорони праці в Україні та країнах ЄС. Надзвичайно важливо те, що ці підходи і принципи дозволяють розширити міжнародне співробітництво та запровадити єдині європейські стандарти оцінки ризиків.

В [26] ризик визначався, як:

– результат дії комплексу різного роду причин: технологічних, організаційних, соціальних та економічних.

– ймовірність прояву небезпечних чинників системи «людина-машина-середовище» (обладнання, технології та виду виробництва, факторів виробничого середовища, важкості та напруженості праці, організації праці, професійної підготовки працівників), які впливають на рівень безпеки.

Всі визначення зводяться до того, що ризики формуються двома величинами – ймовірністю негативної події та розміром збитку від неї.

В працях [27, 28] досліджено методи оцінки ризиків (далі МОР) в галузі охорони праці. В [27, 28] автори звертають увагу на залежності небезпек від різних факторів виробничого середовища та зробили висновки, що проблема управління ризиками пов'язана:

- з ідентифікацією небезпек;
- з визначенням можливих збитків здоров'ю та життю працівника і ймовірностей їх настання;
- з наявністю достатньої статистичної інформації для розрахунку необхідного показника ризику – основа для вибору прямих МОР [26, 29].

До основних методів відносять [26, 29]:

- британський стандарт BS-8800 (Великобританія);
- МОР на основі матриці «ймовірність-збитки» (Франція, Латвія, США)
- метод побудови графа оцінки ризику (Німеччина, Фінляндія);
- методика Національного науково-дослідницького інституту охорони праці (Нац-НІОТ) в Україні (Україна);
- методика Risk assessment code (Великобританія);
- метод вербальних функцій (Європейський Союз).

Непрямі методи оцінки ризиків для здоров'я і життя працівників використовують показники, що характеризують відхилення існуючих умов від норм і мають причинно-наслідковий зв'язок з ризиками. Методи не передбачають безпосереднього виявлення та ідентифікації небезпек під час виконання виробничих операцій.

До непрямих МОР в галузі охорони праці можна віднести:

- метод оцінки професійних ризиків за методом Елмера;
- метод оцінки ризиків на основі ранжирування рівня вимог (індекс ОВР).

Індекс ОВР, так само як і індекс Елмер, безпосередньо не пов'язаний з наявністю та оцінкою конкретних ризиків на робочому місці [26, 29].

Таким чином, підприємства та організації використовують найрізноманітніші методи оцінки ризику і їх комбінації. Але найчастіше, ці методики не враховують всіх критеріїв індивідуальних та колективних ризиків, що не дає можливості провести вибір того МОР, який максимально б підходив для специфіки даного підприємства [26]. Це обумовлює необхідність проведення досліджень в цьому напрямку.

Також, на даний момент в Україні відсутня нормативна база, яка б регулювала методологію оцінки ризиків в галузі охорони праці в умовах гірничих підприємств. Існують лише розрізнені рекомендації з цього питання, в яких пропонується застосовувати:

- один метод для охоплення всіх існуючих ризиків на окремо взятому робочому місці;
- декілька методів для різних складових робочого місця.

Для досягнення основних цілей управління охороною праці на основі оцінки ПР, службі охорони праці гірничого підприємства необхідно докладніше вивчення сучасних методів оцінки ризиків, з якими стикається дане підприємство.

Таким чином, основна проблема під час оцінці ризиків в галузі охорони праці – відсутність єдиного методичного підходу, який ґрунтується на стандартних положеннях, уніфікованих умовах і методах оцінки умов праці.

Метою роботи є створення уніфікованої методики моніторингу професійних ризиків гірничих підприємств, або інакше, автоматизованої інформаційно-вимірювальної системи безперервного контролю, діагностики стану рівня охорони праці.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

– запропонувати новий підхід до оцінки ефективності системи управління праці на основі використання концепції управління професійними ризиками;

– розробити алгоритм оцінки системи управління охороною праці.

Важливою проблемою під час оцінки ризику є облік експозиції, тобто вплив не тільки рівня, а й тривалості впливу шкідливих умов праці. В сучасних умовах праці величина тривалості впливу шкідливого фактору або інтервал часу впливу часто буває невідомою. Великою впливу шкідливого фактору може служити стаж роботи. Оскільки протягом періоду трудової діяльності на здоров'я працюючого впливає не тільки випадкові варіації шкідливого фактору, але й весь комплекс інших супутніх чинників.

Необхідність обліку віку працюючих обумовлена прямою залежністю стажу роботи, віку та працездатності. Тобто з віком компенсаторні можливості організму знижуються, що на тлі незадовільних умов праці може стати однією із причин розвитку тих чи інших порушень психофізіологічного стану працівників. Саме тому параметри віку завжди використовуються для діагностики змін у стані здоров'я з метою вирішення завдання причинно-наслідкової залежності стану здоров'я, віку та стажу роботи працівника.

Дослідженнями встановлено, що розвиток основної частини професійних захворювань припадає на стажеву групу, близьку до інтервалу від 10 до 15 років. Під час оцінювання ймовірності втрати працездатності це дозволяє використовувати 10-річний стаж в якості точки відліку.

Виходячи з цього, для аналізу зв'язку значень віку і стажу в шкідливих та (або) небезпечних умовах праці з рівнем індивідуального професійного ризику були запроваджені:

– показник вікової групи працівників, (A);

– показник трудового стажу працівника в шкідливих та (або) небезпечних умовах праці, (W).

Сформувати п'ять вікових та стажевих груп працівників (робітників) дозволить матриця ризиків (табл. 4, 5). Градація можливих сценаріїв

стосовно тяжкості наслідків та ймовірності подій у таких матрицях зазвичай здійснюється по 3-5 діапазнам. Під час цього обліковується природа шкоди, завданої здоров'ю, від легкого до вкрай шкідливого, а також найвірогідніше схильні до пошкодження частини тіла працівника. Зазвичай, ризики в матриці класифікують на низькі, середні і високі.

Таблиця 4 – Значення показника оцінки певного трудового стажу працівників (робітників)

Порядковий номер показника оцінювання певного трудового стажу працівників (робітників), (W)	Номер стажової групи
1	0-10
2	11-15
3	16-20
4	21-25
5	25 і більше

Беззаперечною перевагою матриць градації ризиків (МГР) є можливість максимального охоплення та оцінювання всіх потенційно-небезпечних подій у єдиній мірі для всього підприємства у цілому. На основі результатів оцінки ризиків здійснюється планування заходів щодо зниження ризиків.

Таблиця 5 – Значення показника оцінки певного трудового стажу працівників (робітників)

Порядковий номер показника оцінювання певної вікової групи працівників (робітників), (A)	Номер вікової групи
1	18-29
2	30-39
3	40-49
4	50-59
5	60-69

Так як в аваріях найчастіше страждає велика кількість працюючих, можна казати як про індивідуальний, так й про соціальний ризик.

Величина ступеню індивідуального ризику на підприємстві (за окремим ШПФ фактором або комплексом шкідливих професійних факторів у кожній професійній, віковій чи стажової групи) визначається за формулою :

$$R(F) = 100 / ((1 + \exp(4((FF\_k) / \Delta F))), \quad (2.1)$$

де  $F$  – значення рівня впливаючого чинника. Згідно з табл. 2.1 та 2.2, значення рівня впливаючого чинника може бути представлений як показник оцінки за певним трудовим стажем працівників ( $W$ ), або як показник оцінювання вікової групи робітників ( $A$ );

$F\_k$  – критичне значення параметру  $F$ , для котрого  $R(F)=50\%$ ;

$\Delta F$  – ширина інтервалу значень параметру  $F$ , в межах якого відбувається різке збільшення вірогідності ризику.

У той же час, ступінь соціального ризику на підприємстві (взагалі) [28]:

$$R = S \times P \times Pr \times D \times E, \quad (2.2)$$

де  $S$  – коефіцієнт значимості наслідків нещасних випадків;

$P$  – коефіцієнт вірогідності виникнення нещасних випадків;

$Pr$  – коефіцієнт давності події (аварії чи нещасного випадку);

$D$  – коефіцієнт тривалості впливу небезпеки (нешчасного випадку);

$E$  – чинники, що впливають на ризик розвитку нещасних випадків і/або професійних захворювань.

Наслідок впливу, ідентифікованого на робочому місці ПР, що полягає у можливості отримання травми і/або погіршення стану здоров'я, підлягає процедурі визначення величини ризику по МГР (табл. 6–107). Визначення коефіцієнта значимості ( $S$ ) залежно від тяжкості наслідків згідно з табл. 2.3.

Для визначення вірогідності нанесення можливої шкоди порівнюються наявна інформація щодо нещасних випадків та профзахворювань (табл. 2.4). Обирається той рівень вірогідності, який відповідає частоті передбачуваної події (наслідки зі встановленим ступенем тяжкості) [17-23, 27, 28].

Таблиця 6 – Коефіцієнт значущості, ( $S$ )

Величина коефіцієнта значущості ( $S$ )	Характеристика впливу, ( $S$ )	Примітка
1	Мінімальний вплив	Отримання мікротравм (подряпина, гематома, невеликий поріз). Травма, яка не потребує медичної допомоги і/або дозволяє працювати після надання першої допомоги.

2	Помірний вплив	Легкі наслідки без тривалої (менше тижня) втрати працездатності. Отримання травм, що призводять до тимчасової втрати працездатності працівника (перелом, забій, електротравма, опіки). профзахворювання
3	Значний вплив	Отримання травм тяжкого ступеню (травми очей, відкриті переломи та ін.). Важкі наслідки з/без тривалої (менш/більш двох місяців) втрати працездатності. Гостре або хронічне професійне захворювання (з можливістю подальшої праці по/за іншою спеціальністю). Важкі наслідки, які виключають можливість працевлаштування. Потрібне спеціальне розслідування.
4	Істотний вплив	Нещасний випадок зі смертельними наслідком. Потрібне спеціальне розслідування.
5	Катастрофічний вплив	Груповий нещасний випадок без/зі смертельними наслідком. Потрібне спеціальне розслідування.

Таблиця 7 – Вірогідність нанесення можливої шкоди, (P)

Значення коефіцієнта ймовірності, (P)	% ймовірності, (P)	Характеристика ймовірності	Примітка
1	0,0001	Маловірогідно	Нещасні випадки відсутні за 10 років праці
2	0,01	Вірогідність незначна	1–2 нещасних випадків за 10 років праці
3	1	Ймовірно	3–4 нещасних випадків за 10 років праці
4	10	Дуже ймовірно	5–9 нещасних випадків за 10 років праці
5	50	Висока ймовірність	Випадок відбувається щорічно, проглядається періодичність нещасних випадків

Коефіцієнт давності нещасного випадку (Pr) визначається згідно з табл. 2.5.

Таблиця 8 – Коефіцієнт давності нещасного випадку (Pr)

Значення коефіцієнта давності, (Pr)	Характеристика давності
2,0	Останній нещасний випадок відбувся 1 рік або менш
1,9	Останній нещасний випадок відбувся 2 роки тому



1,8	Останній нещасний випадок відбувся 3 роки тому
1,7	Останній нещасний випадок відбувся 4 роки тому
1,6	Останній нещасний випадок відбувся 5 років тому
1,5	Останній нещасний випадок відбувся 6 років тому
1,4	Останній нещасний випадок відбувся 7 років тому
1,3	Останній нещасний випадок відбувся 8 років тому
1,2	Останній нещасний випадок відбувся 9 років тому
1,1	Останній нещасний випадок відбувся 10 років тому
1	Останній нещасний випадок відбувся більше 10 років тому або нещасні випадки відсутні

Тривалість дії загрози (D) визначається кількістю годин впливу небезпеки на працівника в зміну, згідно з табл. 9.

Фактори, що впливають на ризик розвитку нещасних випадків і/або професійних захворювань, визначаються згідно з табл. 10.

Таблиця 9 – Тривалість дії загрози, (D)

Значення коефіцієнта тривалості впливу, (D)	Примітка
1	Постійний вплив загрози на працівників відсутній (вплив потенційних небезпек не пов'язаних з виробничими процесами)
2	Вплив загрози на працівників менше 2,5 год. на зміну
3	Вплив загрози на працівників 2,5–5 год. на зміну
4	Вплив загрози на працівників більше 5 год.

Діапазон зміни значень показників виробничих шкідливостей (далі ПВШ) для класів умов праці на робочому місці розраховано в залежності від ступеня шкідливості та безпеки виробничих факторів. Комплексна оцінка факторів виробничого середовища та ступень шкідливості й небезпечності праці встановлена на підставі гігієнічної класифікації праці та за підсумками атестації робочих місць.

З метою оцінки індивідуального та соціального ризиків на підприємстві, розглянуто зміни показників шкідливих і небезпечних виробничих факторів (далі ПШНВФ) на робочому місці [28]. Результати аналізу та розрахункові значення ПШНВФ, отримані на робочих місцях зі шкідливими умовами праці, наведені в табл. 10.

Таблиця 10 – Показник шкідливих і небезпечних виробничих факторів, Е

Порядковий номер рівня, Е	Діапазон значень факторів, що впливають на ризик розвиток нещасних випадків і/або професійних захворювань	Характеристика впливу шкідливості і безпеки	Примітка
1	2	3	4
<i>Параметри шкідливих та небезпечних виробничих факторів</i>			
Пил, мг/м <sup>3</sup> (за гранично допустимою концентрацією 2,0 мг/м <sup>3</sup> )			
1	<5	Мінімальний вплив	Аускультативно, спочатку, вислуховується жорстке дихання, яке змінюється ослабленням у міру наростання емфіземи, з'являються хрипи. Захворювання виникає внаслідок незначного, але тривалого і постійного контакту з алергеном. Повільно прогресуючий процес виникнення захворювання 20 і більше років, іноді процес стабілізується
2	15	Помірний вплив	Швидко прогресуючий процес виникнення захворювання за менш інтенсивного впливу – 10 років.
3	25	Суттєвий вплив	Захворювання характеризується помірним пневмофіброзом, доброякісним і повільно прогресуючим перебігом, нерідко ускладнюється неспецифічною інфекцією, хронічним бронхітом, що переважно визначає тяжкість захворювання.
4	35	Значний вплив	Захворювання схильне до прогресування фіброзного процесу і ускладнення туберкульозної інфекцією.
5	>35	Катастрофічний вплив	Регресуючий пневмокониоз. За великих концентрацій пилу й високому вмісті в ньому кварцу, прогресування процесу, де перехід з однієї стадії в наступну проходить протягом 4–5 років. Серед тих, що пішли з виробництва згодом, прогресування зазначається лише в 10–20 % при силікозі I стадії й майже в 100 % при III. Пневмокониоз може формуватися і після припинення роботи зі шкідливими умовами праці («пізній» процес виникнення захворювання), нерідко відрізняючись в цих випадках несприятливим подальшим перебігом. Припинення контакту з кварцом не завжди затримує процес, але вірогідність
Шум, дБА (за гранично допустимого рівня 80 дБА)			
1	85	Мінімальний вплив	Короткочасний та інтенсивний вплив на орган слуху може спричинити повну втрату слуху, з огляду на руйнування слухового апарату. Можуть розвинути втрати слуху II-й і III-го ступеня (при 8-годинному впливі). При стажу праці 39 і більше 45 років вірогідність втрати

			слуху складає 10 і 25 %. При стажу праці 10–15 років відповідно 3–5 %.
2	90	Помірний вплив	Втрата слуху на звукові частоти 500, 1000 і 2000 Гц, дБ (середнє арифметичне). При стажу праці 35 і більше 45 років, ризик втрати слуху становить 10 і 25 % (критерій до 20 дБ). Стаж праці більше 45 років передбачає 50 % вірогідність втрати слуху (критерій до 30 дБ). Ризик пошкодження слуху шумом 10–14 %, при стажу праці 10–15 років.
3	95*	Суттєвий вплив	Кохлеарний неврит з легким ступенем зниження слуху. Ризик втрати слуху під час впливу шуму протягом 10 років становить 17 %, а ймовірність втрати слуху – 31 % при стажу праці 39 років.
4	100	Значний вплив	Кохлеарний неврит з помірним ступенем зниження слуху. Ризик втрати слуху при впливу шуму протягом 10 років становить 29 %.
5	>100	Катастрофічний вплив	Кохлеарний неврит зі значним ступенем зниження слуху. В результаті дії шуму високою інтенсивності з'являються одночасні зміни в серцево-судинної, нейроендокринної та імунної системах. Ризик втрати слуху під час впливу шуму протягом 10 років становить 71 %
Вібрація, дБ (за гранично допустимого рівня 107 дБ)			
1	107	Мінімальний вплив	Характеризується малою вираженістю симптомів. Нервове збудження з депресією. Процес ще цілком зворотній. За впливу вібрації низької частоти захворювання виникає через 8–10 років (бурильники).
2	109	Помірний вплив	Болі та парестезії в руках, зниження порогу вібраційної чутливості. До наростаючих вазомоторних порушень приєднуються симптоматика, больові відчуття поширюються по всій руці, гіпотермія, гіпергідроз і ціаноз кистей рук.
3	111	Суттєвий вплив	Характеризується вираженими судинними розладами з приступами спазму судин і побілінням пальців (синдром мертвих пальців) з подальшим парезом капілярів. Помітні зсуви спостерігаються й в функціональному стані ЦНС, серцево-судинної системи, ендокринного апарату, обміну речовин. Можливе захворювання.
4	113	Значний вплив	Характеризується генералізованими судинними розладами, в тому числі коронарних й мозкових судин. Викликає віброзахворювання
5	>113	Катастрофічний вплив	Тривало та інтенсивно впливаючи на людину, призводить до порушення діяльності нервової системи, запаморочень й головного болю, розладів зору, оніміння і набрякості пальців

			рук, захворювання суглобів, зниження чутливості та інших патологічних змін. Можливий розвиток гангрени кінцевих фаланг.
<i>Параметри мікроклімату**</i>			
Температура, °С (за гранично допустимою концентрацією 26 °С у робочій зоні) у зимовий час			
1	26,6	Мінімальний вплив	Тепловтрати зменшуються за рахунок конвекції та випромінювання, але збільшуються за рахунок випаровування.
2	27,4	Помірний вплив	В умовах теплового випромінювання віддача тепла організмом ускладнена. Під час збільшенні важкості трудового процесу відбувається накопичення тепла в організмі, внаслідок чого не здійснюється належна регенерація фізіологічних функцій. Цей стан обумовлений напругою або навіть перенапруження, що характеризується тахікардією під час праці, зростанням легеневої вентиляції, збільшенням енерговитрат та вологовтрат за зміну, в наслідку чого знижується продуктивність праці.
3	28,6	Суттєвий вплив	Характеризується зниженням працездатності на 40 %. Процес адаптації до умов мікроклімату, що нагріває, дуже складний. У деяких осіб він не завершується навіть через 3–5 років, що призводить до підвищення ризику виникнення виробничого травматизму. Загальним протипоказанням для праці в умовах нагріваючого мікроклімату є наступні загальні захворювання: вегето-судинна дистонія, артеріальна гіпертензія, ішемічна хвороба серця.
4	31,0	Значний вплив	Тривале і постійне перебування в середовищі з температурою повітря більше 26–28 °С, за вологості повітря більше 80 % і швидкістю руху повітря менше 0,3 м/с. Характеризується хронічним перегрівом. Серед робітників, праця яких пов'язана зі значним фізичним навантаженням, спостерігається інтенсивне біологічне старіння, особливо у вікових групах 20–30 та 40–50 років.
5	>31,0	Катастрофічний вплив	Температура повітря дорівнює температурі тіла, тепловіддача за рахунок випромінювання і конвекції практично зникає й єдиним шляхом тепловіддачі стає випаровування поту. Такий стан мікроклімату сучасних глибоких шахт призводить до збільшення ризику смерті працівників від серцево-судинної патології. Симптомами перегріву організму працюючих є: головний біль, підвищена пітливість (більш 200 г/ч) і порушення функціонування органів дихання, стомлюваність, що знижує опір

			організму до захворювання.
Відносна вологість, % (за гранично допустимою концентрацією 40–60 % у робочій зоні)			
1	<60 %	Мінімальний вплив	Неможливість виконання важкої праці при підвищеній температурі (≈30 °С)
2	70 %	Помірний вплив	Надзвичайно шкідлива вологість повітря, при температурі 30 °С і більше. Різко ускладнюється віддача тепла випромінюванням і конвекцією через зменшення різниці між температурою шкіри і температурою навколишнього середовища.
3	75 %	Суттєвий вплив	Негативно діє на організм і тепловіддачу.
4	80 %	Значний вплив	У поєднанні з високою температурою повітря, темп виконання розумової праці скорочується в два рази, різко падає зосередженість, увага, збільшення кількості помилок в 5–6 разів. Підвищення температури тіла. Виникнення профзахворювання.
5	>80 %	Катастрофічний вплив	Поєднання вологості з високою температурою повітря, призводить до значного накопичення теплоти в організмі. Розвивається гіпертермія організму (стан, при якому температура тіла піднімається до 38...39 °С За низькою температурою, вологість підсилює тепловіддачу з поверхні шкіри, що веде до переохолодження організму. Загроза для здоров'я, професійна захворюваність. Межа теплового балансу працівника є температура повітря, що дорівнює 30 °С, при вологості 85 %.

Після визначення значення ПР виокремлюють загрози з найбільш високим ризиком згідно з табл. 11 [27, 28].

Таблиця 11 – Значення ПР, (R)

Значення ризику, (R)	Характеристика ПР
1-11	Низький рівень
12-32	Середній рівень
33-80	Високий рівень
81-200	Дуже високий рівень

Для повного оцінювання стану охорони праці на виробничих ділянках і в цехах, також рекомендується використовувати узагальнений коефіцієнт рівня охорони праці  $K_{оп}$ , котрий визначається за формулою :

$$K_{оп} = ((K_{пб} + K_{б} + K_{впр} + K_{пт})) / 4, \quad (2.3)$$

$K_{б}$  – коефіцієнт технічної безпеки на підприємстві;

де  $K_{пб}$  – коефіцієнт рівня дотримання охорони праці та правил безпеки працюючими;

$K_{впр}$  – коефіцієнт виконання планових робіт з охорони праці;

$K_{пт}$  – коефіцієнт втрат від виробничого травматизму. При збільшенні втрат працездатності по відношенню до рівня попереднього періоду, тобто  $K_{пт} > 1$ , коефіцієнт  $K_{пт}$  приймається зі знаком «-». При зменшенні втрат працездатності, тобто  $K_{пт} < 1$ , коефіцієнт  $K_{пт}$  приймається зі знаком «+».

Коефіцієнт рівня  $K_{пб}$  дотримання правил охорони праці та правил безпеки працюючими знаходять за формулою:

$$K_{пб} = P_{н} / P, \quad (2.4)$$

де  $P_{н}$  – кількість працюючих з дотриманням правил з охорони праці;

$P$  – загальна кількість працюючих.

Для визначення  $K_{бп}$  запроваджується карта рівня дотримання правил охорони праці на ділянці, на підприємстві в цілому та визначається кількість працюючих з дотриманням правил охорони праці.

Коефіцієнт безпеки  $K_{б}$  одиниці устаткування знаходять за формулою:

$$K_{б} = T_{о} / T_{б}, \quad (2.5)$$

де  $T_{о}$  – кількість робочих місць та устаткування;

$T_{б}$  – кількість робочих місць та устаткування, що відповідають вимогам безпеки праці.

Для контролю за рівнем безпеки устаткування в галузі вводяться коефіцієнти безпеки галузі  $K_{бо}$ , ділянки  $K_{бу}$  та підрозділів  $K_{бп}$ :

$$K_{бо} \text{ и } K_{бу} = ((K_{бп1} [+K]_{бп2} [+ \dots K]_{бпm})) / (m), \quad (2.6)$$

де  $K_{бп1}, \dots, K_{бпm}$  – коефіцієнти безпеки підрозділів;

$m$  – кількість підрозділів в галузі (на ділянці).

$$K_{бп} = ((K_{б1} [+K]_{б2} [+ \dots +K]_{бпn})) / n, \quad (2.7)$$

де  $K_{б1}, \dots, K_{бп}$  – коефіцієнти безпеки одиниці устаткування, що експлуатується (робочих місць);  $n$  – кількість обладнання в підрозділі.

Коефіцієнт виконання планових робіт з охорони праці  $K_{впр}$  визначається співвідношенням:

- зобов'язаннями з соціальних питань і охорони праці у колдоговорі;
- наказами і розпорядженнями по підприємству.
- приписами органів державного нагляду або вищестоящих органів і служби охорони праці підприємства;
- кількості фактично виконаних заходів і заходів, передбачених на даний період часу планом роботи головних спеціалістів, керівників середньої ланки та інших фахівців;
- заходами щодо усунення причин нещасного випадку, зазначених актами Н-5 та Н-1;

Для визначення коефіцієнта  $K_{впр}$  складають карту виконання планових робіт:

$$K_{впр} = M_{в} / M_{п}, \quad (2.8)$$

де  $M_{в}$  – кількість виконаних заходів;

$M_{п}$  – кількість заходів, передбачених відповідними документами.

Коефіцієнт втраг від виробничого травматизму визначається за формулою:

$$K_{пт} = (K_{ч} \times K_{т}) / (K_{чо} \times K_{то}), \quad (2.9)$$

де  $K_{ч}$  – коефіцієнт частоти виробничого травматизму за звітний період;

$K_{т}$  – коефіцієнт важкості виробничого травматизму за звітний період;

$K_{чо}$  – коефіцієнт частоти виробничого травматизму попереднього періоду;

$K_{то}$  – коефіцієнт важкості виробничого травматизму попереднього періоду.

Показник частоти травматизму  $K_{ч}$  являє собою відношення кількості постраждалих до середньооблікової чисельності робітників та службовців за обліковий період, віднесений до 1000 працюючих:

$$K_{ч} = (N_1 / N_p) \times 1000, \quad (2.10)$$

де  $N_1$  – кількість постраждалих з втратою працездатності на термін більше трьох робочих днів та із смертельними наслідками;

$N_p$  – кількість працюючих за певний період часу.

Показник важкості травматизму  $K_{т}$  характеризує середню тривалість тимчасової непрацездатності постраждалих і визначається за формулою:

$$K_{т} = D_n / ((N - N_{см})), \quad (2.11)$$

де  $D_n$  – кількість людино-днів непрацездатності у всіх постраждалих за обліковий період;

$N$  – кількість постраждалих з втратою працездатності більше 3-х днів;

$N_{cm}$  – кількість загиблих при нещасному випадку.

Показник втрат робочого часу на 1000 працюючих за певний період часу (рік) більш повно характеризує стан травматизму в промисловості:

$$K_p = (D_n / N_p) \times 1000. \quad (2.12)$$

На підставі вищевказаних критеріїв, доцільно побудувати алгоритм і визначити ефективність системи управління охороною праці.

Конкретний вираз визначення рівня ефективності системи управління охороною праці (СУОП) має такий вигляд:

$$[EF]_{СУОП} = \text{€СВ} / ((R \times K_{оп})), \quad (2.13)$$

де €СВ – єдиний соціальний внесок на загальнообов'язкове державне соціальне страхування;  $R$  – ступеня індивідуального ризику на підприємстві (по конкретному або комплексу шкідливих професійних факторів у кожній з професійних, вікових чи стажевих груп). Під час визначення загального стану охорони праці при розрахунках повинен використовуватися ступінь соціального ризику на підприємстві;  $K_{оп}$  – узагальнений коефіцієнт рівня охорони праці.

Облік всіх згаданих вище показників дозволить якісно визначити стан охорони праці в сільськогосподарських підприємствах.

Алгоритм розрахунку виконано на підставі аналізу даних за період 2015–2018 рр.:

- облікових і звітних матеріалів щодо травматизму, професійних захворювань (акти за формою Н-5 і Н-1, П-5);
- матеріалів усіх видів контролю стану охорони праці;
- даних санітарно-технічних паспортів об'єктів, робочих місць;
- результатів виконаних повітряно-температурних зйомок.

На підставі вищевикладеного, пропонується алгоритм управління професійними ризиками (рис. 2).



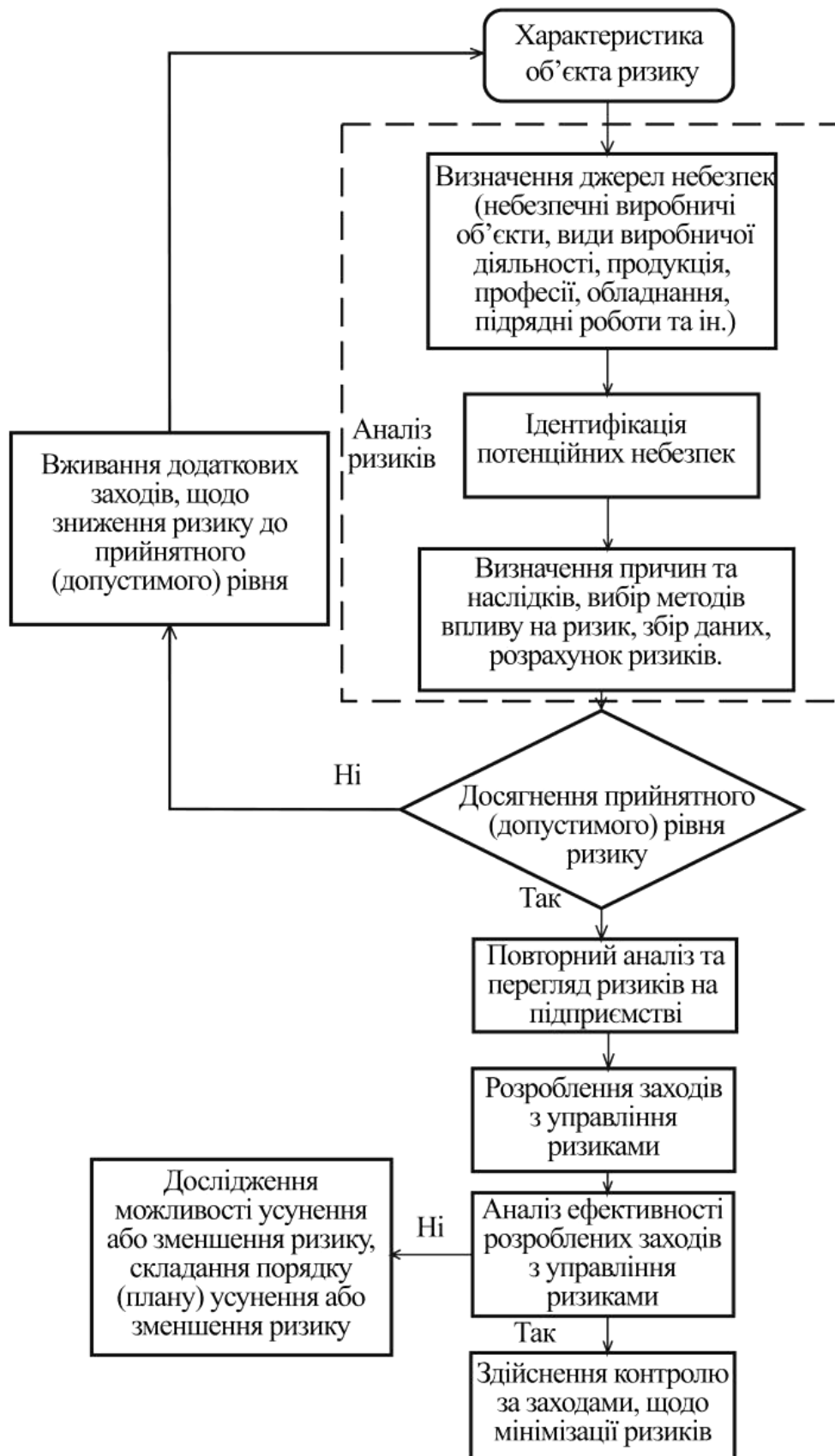


Рис. 2. Алгоритм управління професійними ризиками та виявлення травмо-небезпечних робочих місць з використанням апріорної інформації

Наведений метод, який дозволяє оцінити ступінь ризику на робочих місцях (та на підприємстві в цілому), включає наступні основні етапи:

- характеристика об'єкта ризику, визначення джерел загроз (небезпечні виробничі об'єкти, види виробничої діяльності, продукція, професії, устаткування, підрядні роботи та ін.);
- ідентифікація загроз, визначення причин та наслідків;
- досягнення прийнятного (допустимого) рівня ризику;
- визначення причин та наслідків, вибір методів впливу на ризик, збір даних, розрахунок ризиків;
- вживання інших заходів щодо зниження ризику до допустимого рівня;
- повторний аналіз та перегляд ризиків на підприємстві;
- розроблення заходів щодо управління ризиками;
- аналіз ефективності розроблених заходів з управління ризиками (при отриманні негативного результату складається план усунення або зменшення ризику);
- здійснення контролю за заходами.

Для визначення адекватності запропонованої методики оцінки ризиків були досліджені дані виробничого травматизму та професійних захворювань на с/у підприємствах Запорізької області та визначено залежність втрати працездатності від інтервалу часу впливу ризиків (рис. 3).

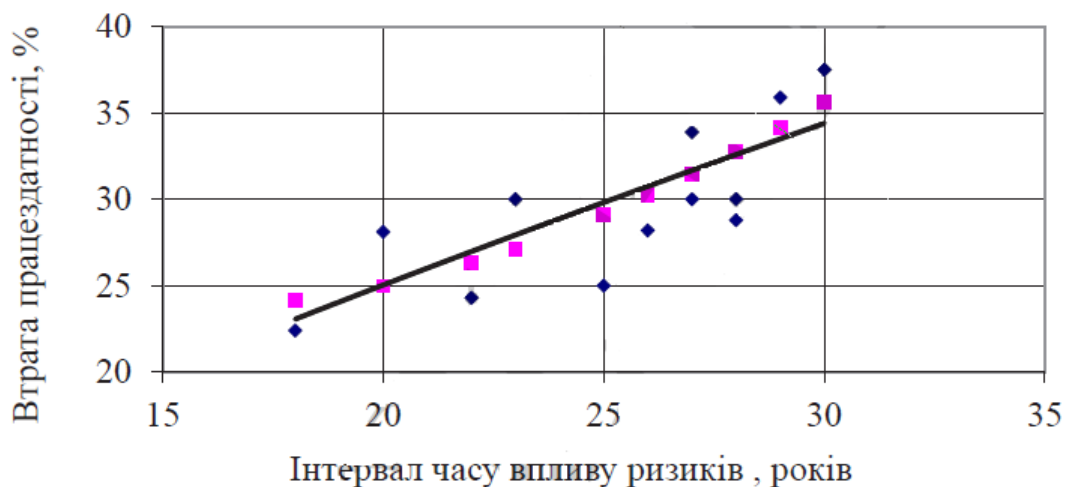


Рис. 3. Графік залежності втрати працездатності працівників від впливу інтервалу часу впливу ризиків

Розроблена методика дозволяє визначити колективні та індивідуальні професійні ризики, враховуючи залежність експозиції, узагальненого коефіцієнта стана охорони праці та ступеню ризиків.

### 2.3. Оцінювання професійного ризику в галузях сільськогосподарського виробництва

Ризик нещасного випадку невіддільний від сучасного аграрного виробництва – складної ймовірнісної системи, де майже завжди присутня небезпека через безпосередню участь у технологічному процесі працівника з його емоційними, фізіологічними та психологічними рисами. Разом з тим проблема комплексного оцінювання ризику травматизму на виробничих процесах з урахуванням ймовірності нещасного випадку та вартісної важкості його наслідків для с/г України є новою та актуальною [1, 2, 17, 21].

До останнього часу як показники ризику в аграрній галузі розглядали та аналізували здебільшого лише коефіцієнти частоти і важкості виробничого травматизму (професійної захворюваності). На сьогодні ще не зроблено оцінку та не співставлено показники ризику для основних професій у сільському господарстві, не складено класифікатор професій за критеріями ризику травмування і захворюваності. Це зумовлено багатоаспектністю цієї проблеми, повним ігноруванням більшістю об'єктів господарювання вимог до охорони праці майже в усіх галузях економіки та управлінській діяльності.

Крім того, ризик – це складне явище, що має безліч незбіжних, а іноді протилежних реальних основ, оскільки в літературі немає єдиного розуміння особливостей цієї проблеми [1, 2, 4-6].

Отже, потрібно розробити якісно нову для с/г систему аналізу та обліку професійних ризиків, складниками якої мають стати: інструменти об'єктивного оцінювання ризиків; страхові механізми їх виявлення на виробництві; галузеві центри відстеження ризиків та потенційних небезпек; зворотні комп'ютеризовані інформаційні зв'язки від центру до підприємств.

Таблиця 12. Оцінки ризику настання нещасного випадку,  
хвороби чи аварії на виробництві

Тяжкість наслідків, рівень	Ймовірність нещасного випадку (категорія ризику)		
	А (висока)	В (середня)	С (мала)
I	5 дуже високий (ризик неприйнятний)	4 високий (ризик неприйнятний)	3 середній (ризик прийнятний)
II	4 високий (ризик неприйнятний)	3 середній (ризик прийнятний)	2 малий (ризик прийнятний)
III	3 середній (ризик прийнятний)	2 малий (ризик прийнятний)	1 дуже малий ризик прийнятний)

Спеціалісти Міжнародної організації праці та Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) виділяють більше 150 класів професійного ризику і близько тисячі їх видів, що загрожують життю і здоров'ю працівників різних професій. Вважають, що ця класифікація не є повною і охоплює лише окремі аспекти безпеки та гігієни праці. Істотна частка цих ризиків має місце на виробничих процесах у сільському господарстві.

Таке широке коло професійних ризиків в АПК пояснюється, з одного боку, достатньо високим рівнем розвитку в Україні сільськогосподарського виробництва і суміжних галузей, коли інтенсивне застосування високоенергетичних технологій виробництва із застосуванням хімічних та біологічних речовин призвело до того, що практично усі сфери життєдіяльності працівників села пов'язані ризиками, а з іншого – застосуванням морально і фізично застарілої сільськогосподарської техніки з практично вичерпаним ресурсом (після 10-річного і більше терміну експлуатації) також значно підвищує професійний ризик. Багато фахівців вважають, що уникнути у сільськогосподарському виробництві ситуацій з підвищеним ризиком нині вже неможливо.

Стратегія управління безпекою складних систем, якими є виробничі процеси в АПК, передбачає системний аналіз, багатофакторне оцінювання і багатокритеріальну мінімізацію ризиків, що забезпечує значне підвищення їх

безпеки за своєчасного виявлення ситуацій істотного, критичного і/або катастрофічного ризику та запобігання їх наслідкам. Управління професійними ризиками – це ітеративний процес з визначеними етапами: встановлення (ідентифікація) небезпек і виду ризиків на робочому місці; аналіз ризику подій, обставин з виокремленням найбільш значущих ризиків; оцінювання ризиків – кількісний опис виявлених ризиків, розрахунок їх ймовірності та тяжкості наслідків; ранжування і відбирання ризиків – визначення ступеня значущості ризиків; розроблення заходів впливу на ризик для його усунення (недопущення) або зниження рівня.

Існує велика кількість методів аналізу ризиків. Для оцінювання рівня професійного ризику використовують статистичний, аналоговий та експертний методи.

**Статистичний і аналоговий** методи застосовують за наявності певної вибірки аналогічних нещасних випадків чи небезпек, що не завжди можна реалізувати при роботі їх обладнання за певних умов та облаштуванні робочого місця. Тому, на наш погляд, необхідно застосовувати експертний метод, який базується на оцінках фахівцями (експертами) значущості впливу різних чинників виробничого довкілля на безпеку виконання трудових операцій.

У практиці застосовують досить наближені методи оцінювання потенційних наслідків травмування, професійної захворюваності та ймовірності настання цих подій. За Британським стандартом безпеки DS-8800 ризик оцінюють за формулою:

$$R = P \cdot S,$$

де R – професійний ризик; P – ймовірність події;

S – тяжкість наслідків.

Таку методикау ідентифікування та оцінювання професійного ризику у вигляді Карти оцінювання ризику необхідно застосовувати перед початком будь-якої роботи для ухвалення рішення про можливість її виконання чи впровадження заходів щодо зменшення категорії ризику.

## Висновки до розділу II

1. На основі теоретичного узагальнення існуючих концепцій оцінювання ризиків та управління ними запропоновано методика аналізу й оцінки ризиків небезпечних подій на виробничих процесах у землеробстві та рослинництві. За визначенням ступеня професійного ризику небезпечних ситуацій запропоновано заходи запобігання негативним наслідкам.

2. Запропонована методика аналізу й оцінки ризику виробничих небезпек є одним із важливих інструментів удосконалення системи управління охороною праці (СУОП) на підприємствах АПК, прогнозування ймовірних небезпечних ситуацій з метою обґрунтованого вибору заходів і засобів їх попередження.

3. Розроблена методика дозволяє визначити колективні та індивідуальні професійні ризики, враховуючи залежність експозиції, узагальненого коефіцієнта стана охорони праці та ступеню ризиків.

4. На основі оцінки існуючих сільському господарстві професійних ризиків запропоновано методологію системного аналізу виробничих небезпек для їх оцінювання та упередження з урахуванням умов виконання робіт в галузі.

### РОЗДІЛ 3. НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ПРОФЕСІЙНИМИ РИЗИКАМИ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

3.1. Методика розрахунку імовірності захворювань операторів мобільної сільськогосподарської техніки в залежності від умов їх праці

Умови праці в сучасному землеробстві залежать від його організації, технологій вирощування рослин, рівня механізації, виду агрегатів, які використовуються. Основною категорією працівників у рослинництві є оператори мобільної сільськогосподарської техніки. Аналіз фактичного стану їх умов і безпеки праці, вивчення окремих робіт з питань оздоровлення виробництва [5, 7, 19] підтверджують необхідність подальшого суттєвого розширення і поглиблення економічних досліджень у цьому напрямку.

Виникає потреба в розробці методології і методики удосконалення практики економічної оцінки наслідків відхилення умов праці від нормальних і заходів для їх поліпшення, порівняння і вибір цих заходів з урахуванням різних факторів, визначення і підвищення їх економічної ефективності, впливу умов праці на основні техніко-економічні показники виробництва [4]. Одними із факторів умов праці, які негативно впливають на здоров'я операторів мобільної сільськогосподарської техніки, є підвищена концентрація пилу у робочій зоні, що показано у таблиці 13.

Таблиця 13 – Результати виміру концентрації пилу в кабінах деяких марок тракторів [27]

Марка трактора	Вміст пилу, мг/м <sup>3</sup>	
	мінімальний	Максимальний
Т-150 К	2,5	18,6
МГЗ-80	40,0	116,0
Т-70С	20,5	86,0
ДТ-75	26,8	67,5
К-701	18,6	38,5
ДМЗ-6Л	36,5	127,0

Як видно з даних таблиці 13, при допустимій концентрації пилу у робочій зоні оператора  $10 \text{ мг/м}^3$ , вона значно перевищує допустимі значення, що з часом призводить до появи у механізаторів різних специфічних захворювань.

В подальшому для розрахунку імовірності (професійного ризику) захворюваності операторів мобільної с/г техніки використовувати значення інтегрального показника (обґрунтований В.В. Ткачовим) лінійної дискримінантної функції, який надається в такому вигляді:

$$R=8.6x_1+6.0x_2+19.4x_3K_1+6.4x_4K_2K_3; \quad (3.1)$$

де:  $x_1$  – вік оператора, роки;

$x_2$  – загальний стаж роботи оператора, роки;

$x_3$  – стаж роботи у контакті з пиловим фактором, роки;

$x_4$  – концентрація пилу у повітрі робочої зони (пилова експозиційна доза, ПЕД),  $\text{мг/м}^3$ ;

$K_1$  – коефіцієнт, який враховує знаходження вільного діоксиду кремнію (табл. 14);

$K_2$  – коефіцієнт, який враховує дисперсний склад пилу, його мінімальний склад і концентрацію у повітрі робочої зони (табл. 15);

$K_3$  – коефіцієнт, який враховує тяжкість праці, а також пов'язаний з цим об'єм легеневої вентиляції (табл. 16).

Таблиця 14 – Значення коефіцієнта  $K_1$  в залежності від знаходження вільного діоксиду кремнію (ВДК)

Вміст ВДК	Менше 2,0	2,1-10,0	10,1-70,0	70,1 і більше
Значення $K_1$	0,6	0,8	1,0	1,2

Таблиця 15 – Значення коефіцієнта  $K_2$  в залежності від кратності перебільшення ГДК пилу в повітрі робочої зони операторів

Знаходження в пилу ВДК	Значення $K_2$ при кратності перебільшення ГДК		
	1,1-2,0 ГДК	2,1-5,0 ГДК	5,1-10,0 ГДК
Пил рослинного походження	2,2-1,6	1,6-0,8	0,8-0,47



Таблиця 16 – Значення коефіцієнта  $K_3$  в залежності від категорії умов праці за показниками тяжкості робочого процесу

Показник	Категорія тяжкості праці			
	Ia – легка робота	Iб – легка робота	IIa – середньої тяжкості робота	IIб – середньої тяжкості робота
$K_3$	1,1	1,3	1,5	1,6

Після розрахунків значення  $R$ , за таблицею 17 визначаємо можливий відсоток захворювань операторів або імовірність (ризик) їх розвитку.

Таблиця 17 – Залежність професійного ризику захворювань операторів мобільної сільськогосподарської техніки від значення інтегрального показника  $R$

Значення $R$	1000-1150	1151-1200	1201-1250	1251-1300	1301-1350	1351-1400	1401-1450	1451-1500	1501-1550	1551-1600	1601-1700
Ризик захворювань, %	до 2	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90

Значення  $R$  від 1000 до 1150 є «суперечливою зоною», де ризик захворювань не перебільшує 2%.

Далі проводимо розрахунки пилових експозиційних доз (ПЕД), значення яких залежить від концентрації пилу у повітрі робочої зони оператора мобільної сільськогосподарської техніки та тривалості на нього пилового впливу – експозиції.

Розрахунок ПЕД проводиться по формулі:

$$\text{ПЕД} = \bar{C} * T, \text{ мг*роки/м}^3 \quad (3.2)$$

де  $\bar{C}$  – середня зважена у часі за аналізований період середньо змінна концентрація пилу ( $x_4$ ), мг/м<sup>3</sup>;

$T$  – аналізований період часу ( $x_3$ ) роки.

Значення персональних ПЕД операторів не повинні перевищувати значень граничних ПЕД.

Гранична пилова експозиційна доза (ГПЕД) відповідає розрахованому ризику захворювань  $R$  на рівні 5% при загальному стажу праці у контакті з пиловим фактором за 30 років. При контакті операторів з одним видом пилу персональні ПЕД повинні зіставлятися с ГПЕД того ж виду пилу. При контакті з пилом різного виду або при переході оператора на роботу з іншими показниками тяжкості трудового (іншу марку сільськогосподарської техніки) можливість продовження робіт у контакті з пиловим фактором визначається по формулі:

$$\frac{ПЕД_1}{ГПЕД_1} + \frac{ПЕД_2}{ГПЕД_2} + \dots + \frac{ПЕД_n}{ГПЕД_n} \leq 1,0 \quad (3.3)$$

де: ПЕД<sub>1</sub>...ПЕД<sub>n</sub> – пилові експозиційні дози, які отримані оператором при роботі з різними видами пилу та при різних показниках тяжкості праці.

Значення ПЕД/ГПЕД >1,0 вказує на перебільшення експозиційних доз.

Оператори, які накопичують граничну ПЕД, повинні направлятися на медичний огляд незалежно від періодичності, яка встановлюється нормативними документами. При медичному висновку про неможливість продовження роботи в умовах, які перебільшують ГДК пилу, роботодавець зобов'язаний працевлаштувати робітника на робоче місце, де концентрація пилу ц повітрі не перебільшує ГДК.

При медичному висновку про можливість за станом здоров'я оператора продовжувати роботу в умовах, які перебільшують ГДК пилу, черговий медичний огляд повинен проводитись при кожному збільшенні на 5%.

При досягненні показника ризику 20% оператор повинен бути усунений від контакту з пиловим фактором незалежно від стану здоров'я.

Таким чином, можна зробити висновки, що принципіальні підходи методології дозової оцінки шкідливих факторів і прогнозування імовірності професійних захворювань повинні базуватися на вітчизняних нормативних актах з урахуванням сучасних концепцій Всесвітньої організації здоров'я (ВОЗ), Міжнародної організації праці (МОП) та Міжнародної організації стандартів (ISO).

Під методологією дозової оцінки мається на увазі система логічної організації інформаційних показників, а також методів і засобів їх тактичної реалізації для адекватної оцінки реальних навантажень на операторів з одночисловою оцінкою рівня і часу впливу. Принципова схема системи оцінки професійного ризику здоров'я робітників з урахуванням обґрунтованих профілактичних заходів має такий вигляд (рис.4).

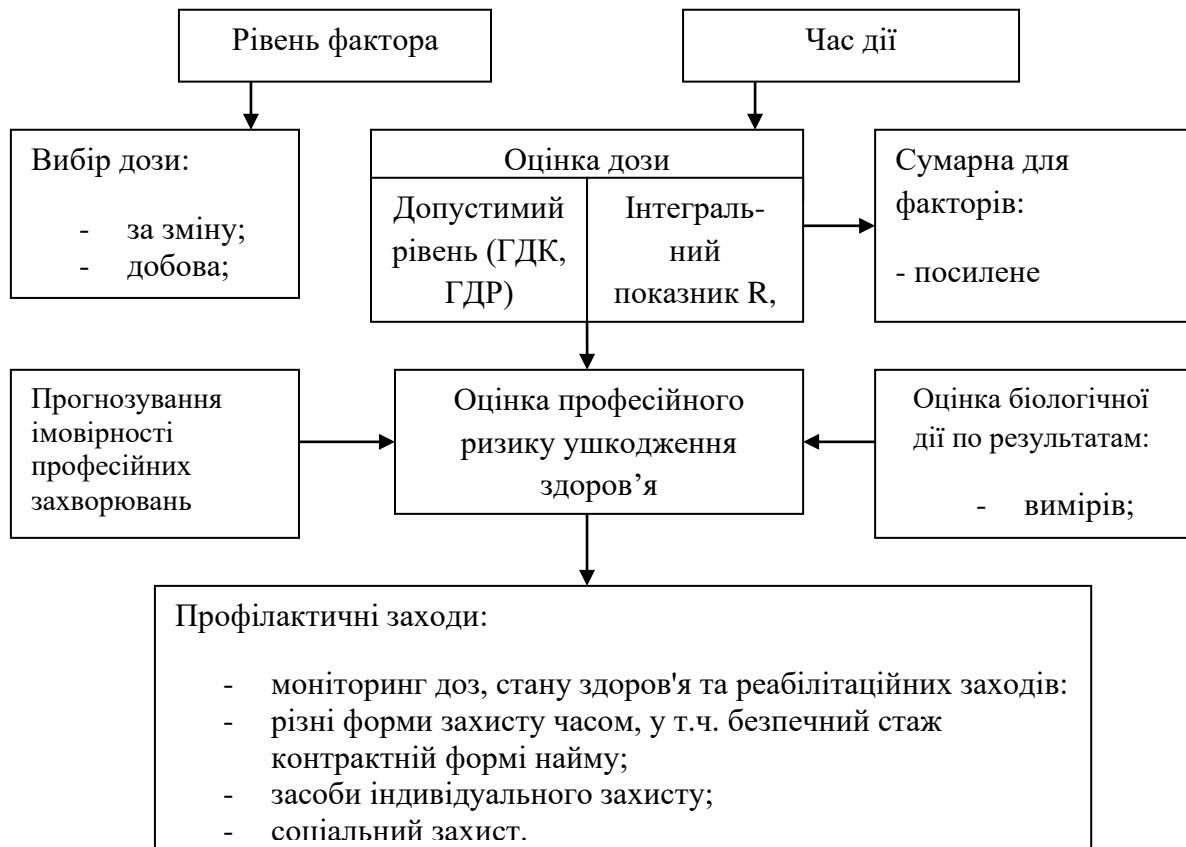


Рис. 4. Схема оцінки і управління професійним ризиком при контактi з підвищеним рівнем пилового фактора.

### 3.2. Застосування моделювання при проведенні аудиту безпеки робочого місця

Особливу складність при проведенні аудиту у системах «людина – машина – середовище» («ЛМС») викликає отримання вірогідної оцінки щодо прогнозування безпеки працівника. Оцінка ризику – процес, що поєднує ідентифікацію, аналіз і порівняльну оцінку ризику. Ризик може бути

оцінений для всієї організації, її підрозділів, окремих проектів, діяльності або конкретної небезпечної події. Тому в різних ситуаціях можуть бути застосовані різні методи оцінки ризику. Ідентифікація ризику – це процес визначення елементів ризику, складання їх переліку та опису кожного з елементів ризику [17-29]. Метою ідентифікації ризику є складання переліку джерел ризику і подій, які можуть вплинути на досягнення кожної з встановлених цілей організації або зробити виконання цих цілей неможливим. Після ідентифікації ризику організація повинна ідентифікувати суттєві особливості проекту, персонал, процеси, системи і засоби управління. Процес ідентифікації ризику включає в себе ідентифікацію причин і джерел небезпечних подій, ситуацій, обставин або ризику, які можуть мати істотний вплив на досягнення цілей організації і характер цих впливів.

Пропонується розглянути модель аудиту ризику системи «ЛМС», яка складається з визначених трьох рівнів безпеки, отриманих шляхом суб'єктивної, об'єктивної та незалежної (зовнішньої) оцінки ситуації на робочому місці (модель «СОН») (рис. 5)..

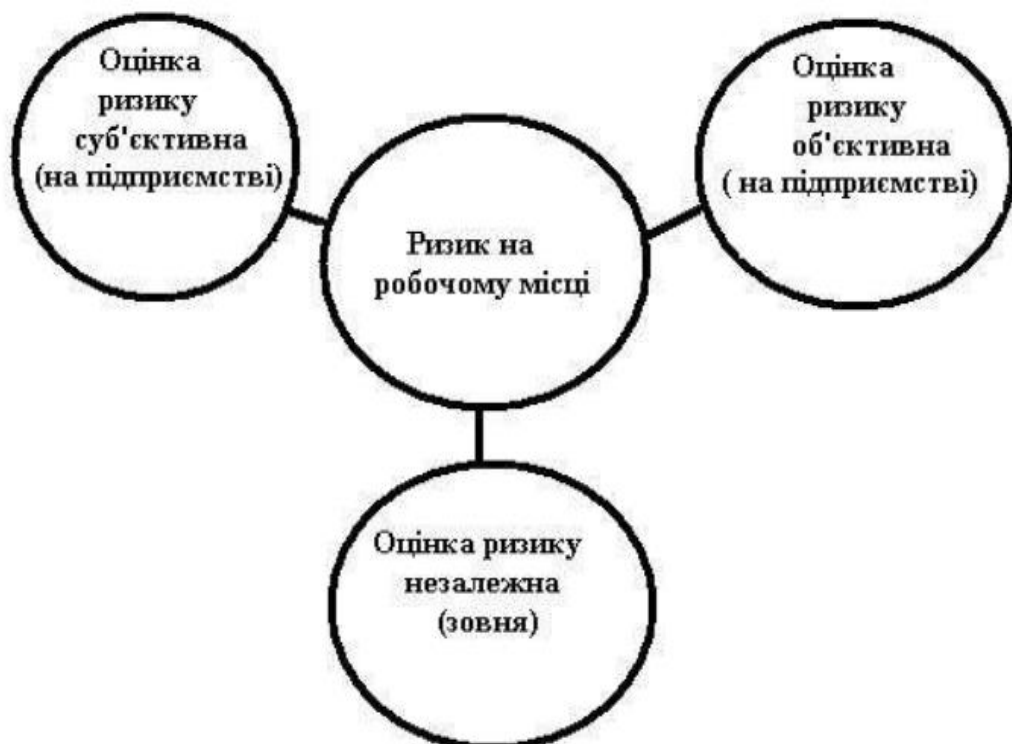


Рисунок 5 – Модель «СОН» аудиту ризику на робочому місці у системі «ЛМС»

Пропонується визначати рівень професійного ризику, використовуючи самоаналіз працівника, застосовуючи метод Файн-Кінні. Вживаний в цьому методі підхід заснований на комбінації ступеня схильності працівника до впливу шкідливого чинника на робочому місці, імовірності виникнення загрози на робочому місці і наслідків для здоров'я та/або безпеки працівників в тому випадку, якщо загроза здійсниться.

Оцінка ризику, яку визначатимуть з застосуванням аналізу рівня небезпеки самоаналізом працівника, знаходять за формулою 3.4 [7, 12].

Далі визначається індикатор небезпеки (індикатор ризику) (умовне позначення –  $RI$ ), який вже знаходиться незалежно від думок працівника, на підставі наявних на робочому місці небезпечних та шкідливих факторів, за наступним виразом

$$RI = Lg(\Sigma n \times \Sigma m \times \lambda), \quad (3.4)$$

де  $n$  – кількість небезпечних факторів (тобто факторів, результат впливу яких на людину призводить до серйозної травми або смерті);

$m$  – кількість персоналу, який може зазнати впливу цього фактора;

$\lambda$  – імовірність прояву цього фактора (визначається математично, за експертною оцінкою, на основі статистичних даних за певний відрізок часу).

Виходячи з досвіду, із застосуванням індикатора небезпеки рекомендується виконувати оцінку, переводячи всі значення в десятковий логарифм. Тоді значення зручно розташовуються для порівняння і є можливість застосувати метод квантифікації із введенням якісних розмежувань та бальної системи оцінки небезпеки.

Незалежно від фактично використовуваних методів при ідентифікації ризику важливо враховувати людські і організаційні чинники. Відхилення, викликані впливом людських і організаційних чинників, а також небезпечні події, які пов'язані з інформаційними технологіями, мають бути враховані в процесі ідентифікації ризику зовнішніми аудиторами. Для цього може бути запропоновано використання одного із методів, які наведені у міжнародному стандарті ISO 31010:2009. Також можна використати метод попереднього

аналізу небезпек РНА (Preliminary Hazard Analysis), який є простим індуктивним методом аналізу, мета якого полягає в ідентифікації небезпек, небезпечних ситуацій і подій, які можуть порушити роботу або завдати шкоди даному виду діяльності, обладнанню або системі. РНА також може бути корисний при аналізі існуючих систем, що спрямований на ранжирування небезпек і ризику для подальшого аналізу ризику. Вхідні дані включають в себе: інформацію оцінюваної системи; деталі проекту системи, які доступні і стосуються справи. Перелік небезпек, загальних небезпечних ситуацій та ризику формують на основі такої інформації: дані про використовувані і вироблені матеріали, їх хімічну або іншу активність; перелік використовуваного обладнання; відомості про робоче середовище; схема розташування обладнання; відомості про взаємодію компонентів системи і т. п. Для ідентифікації ризику і подальшої оцінки може бути виконаний якісний аналіз наслідків небажаної події та їх ймовірностей. Отримані результати можуть бути надані у вигляді таблиці або у вигляді «дерева». Вихідні дані включають в себе: перелік небезпек і відповідного ризику; рекомендації щодо прийняття ризику, рекомендовані засоби управління, вимоги до конструкції або запит на виконання більш детальної оцінки. Переваги методу: метод РНА можна використовувати в умовах обмеженої інформації. Метод РНА дозволяє досліджувати ризик на самих ранніх стадіях життєвого циклу системи.

На рисунку 6 показано, як цей процес необхідно реалізувати на підприємстві, щоб отримати позитивний ефект.

Таким чином, утворюється єдина система ефективного управління питаннями охорони праці на підприємстві в якій приймають участь усі ланки підприємства, а корегує ці дії відділ охорони праці. Недоліки методу: метод РНА надає тільки попередню інформацію. Метод РНА не є всебічним методом і не може забезпечити детальну інформацію про небезпечні події та способи їх запобігання.

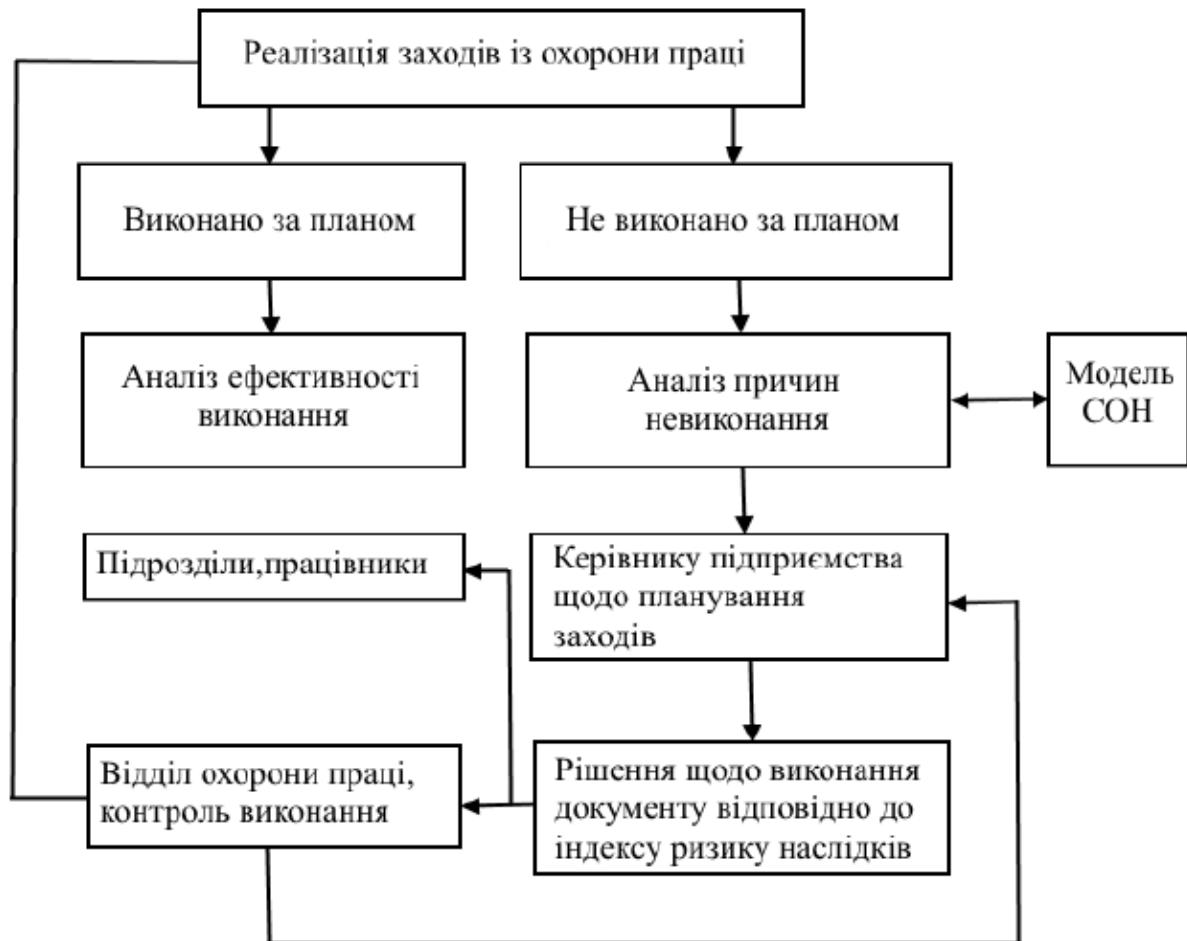


Рисунок 6 – Алгоритм контролю реалізації заходів із охорони праці у підрозділах підприємства

### Висновки до розділу III

1. Запропонована нами методика визначає спосіб формування інтегрального показника рівня професійного ризику на підприємстві на підставі професійних груп та структурних підрозділів. Методика базується на результатах розрахунку індивідуального професійного ризику (ІПР) не менше ніж 95% робітників підприємства, а також на аналізі даних щодо випадків травматизму і захворюваності робітників.

2. Розроблена методика повинна використовуватися на підприємствах з урахуванням окремо «стаціонарних» і «мобільних» робочих місць, оскільки для останніх необхідно враховувати реальну картину часу перебування оператора у робочій зоні.

## ВИСНОВКИ

1. Представлені та проаналізовані результати досліджень, включаючи моделі та аналітичні залежності дозволяють формувати раціональні шляхи підвищення професійного і психофізіологічного рівня персоналу, методів підвищення надійності СТС «ЛМ».

2. Подальший розвиток підвищення ефективності функціонування та надійності СТС «ЛМ» вимагає використання принципів системного підходу, розробку методів опису зовнішніх умов роботи, моделювання процесів, систематизації поведінки складових систем, розширення теоретичних і методичних розробок.

3. Впровадження уніфікованої методики оцінки ризиків дає змогу підвищити рівень профілактичної роботи щодо запобігання нещасним випадкам та профзахворюванням, посилити контроль за дотриманням нормативів з охорони праці на підприємствах гірничорудної галузі.

Ухвалення нової концепції як перспективного напрямку розвитку відносин в галузі охорони праці в Україні дозволить якісно поліпшити стан справ в сільськогосподарських підприємствах Запорізької області.

4. Розглянуто можливі підходи до аналізу ризиків та управління ризиками у галузі сільськогосподарського виробництва. Запропоновано методологію системного аналізу виробничих небезпек для оцінювання професійного ризику з урахуванням умов виконання сільськогосподарських та інших видів робіт, які мають стати основою для розроблення дієвих заходів щодо збереження життя і здоров'я працівників селянсько-фермерських господарств.

5. Розроблені методики повинні використовуватися на підприємствах з урахуванням окремо «стаціонарних» і «мобільних» робочих місць, оскільки для останніх необхідно враховувати реальну картину часу перебування оператора у робочій зоні.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Rohach Y., Yatsukh O., Zoria M. Determining the Risks of the Production Environment of an Agricultural Enterprise. *Modern Development Paths of Agricultural Production: Trends and Innovations* / Ed. V. Nadykto. Cham, Switzerland : Springer, 2019. P. 777-785. ISBN 978-3-030-14917-8.
2. Бойко А. І., Савченко В. М., Крот В. В. Проблеми забезпечення надійності технологічного обладнання при вирощуванні продукції захищеного ґрунту в АПК України. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. Харків. 2016. Вип. 6. С. 75–80.
3. Васильковська К., Васильковський О., Петренко Д. Совершенствование техники для посева – начальный этап программирования урожайности. *Știința agricolă*. Nr. 2 (2016). С. 99-103.
4. Войналович О.В., Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М. Аналіз та оцінка ризику в професійній діяльності працівників на механізованих процесах у галузях землеробства та рослинництва / Зб. наук. праць 10-ї міжнар. наук.-метод конф. «Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика», К.: Центр учбової літератури, 2011. – Т.1. – С. 112 – 115.
5. Войналович О.В., Мотрич М.М. Підходи щодо створення методології оцінювання ризику травмування працівників на механізованих процесах в АПК. *Електротехніка і механіка*. 2007. № 1. С. 93 – 101.
6. Войтюк В. Д., Рубльов В. І., Роговський І. Л. Системні принципи забезпечення якості технічного сервісу сільськогосподарської техніки: монографія. Київ. НУБіП України. 2016. 360 с.
7. Гогіташвілі Г.Г., Камінський В.Ф., Лапін В.М., Войналович О.В. Оцінювання професійного ризику в галузях сільськогосподарського виробництва України // *Вісник аграрної науки*, 2010. – № 8. – С. 53 – 55.
8. Думенко К. М. Дослідження надійності зернозбиральних комбайнів. *Сільськогосподарські машини*. Луцьк. ЛНТУ. 2010. Вип. 20. С. 68–78.

9. Иващенко В. Н. Повышение производительности и качества работы зерноуборочного комбайна на основе применения физической модели системы «комбайнер-комбайн»: дис. ... кандидата техн. наук: 05.20.01. Челябинск. 1984. 208 с.

10. Кузьмінський Р. Д., Барабаш Р. І. Підвищення коефіцієнта технічного використання тракторів ХТЗ скороченням тривалості їх технічного обслуговування. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків. 2015. Вип. 163. С. 78-83.

11. Лехман С.Д. Індивідуальні ризики механізаторів на виробничих процесах АПК (та їх імовірнісна оцінка) / Науковий вісник Національного аграрного університету. Вип. 115 : Збірник наукових праць – К.: НАУ, 2007. – С. 132-137.

12. Лехман С.Д. Система управління професійним ризиком на сільськогосподарському підприємстві / Збірник наукових праць 3-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Моторизація і енергетика рільництва». – Люблін (Польща), 2001. – С. 9 –12.

13. Луценков В.Л., Бутко Д.А., Воїнов М.Т., Лехман С.Д., Мазілін С.Д. Критерії оцінки виробничих небезпек: Навчальний посібник – Сімферополь: Бізнес-Інформ, 1996 – 224 с.

14. Новицкий А. В., Мельник В. И., Билоус М. С. Формирование профессионально важных качеств инженерно-технического персонала при обслуживании сельскохозяйственной техники. Сборник научных трудов SWorld. Технические науки. Иваново. 2014. Т. 3. – С. 63–67.

15. Новицький А. В. Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування складних технічних систем у тваринництві. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2016. Вип. 254. – С. 334–338.

16. Овчинникова Н. И. Надежность технологических систем «человек-машина- среда» в растениеводстве: на примере обработки почвы и уборки урожая: дис. ... доктора техн. наук: 05.20.03. Иркутск. 2001. – 426 с.

17. Ольшанська В.В., Рогач Ю.П. Методика розрахунку індивідуального професійного ризику операторів мобільної сільськогосподарської техніки / VII Всеукраїнська науково-технічна конференція магістрантів і студентів ТДАТУ: матеріали тез доповідей VII Всеукраїнської науково-технічної конференції (11-22 листопада 2019 р.). – Мелітополь : ТДАТУ, 2019. – С. 64.

18. Петренко Н. В. Повышение производительности зерноуборочных агрегатов обоснованием режимов работы операторов. Вестник аграрной науки Дона. зерноград. 2009. № 1. С. 14-22.

19. Рогач Ю.П. Інноваційні засади управління ризиками при виробництві продукції сільського господарства / Ю.П. Рогач, М.В. Зоря, І.М. Мохнатко // Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019 р.), Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, за загальною редакцією д.т.н., професора Надикто В.Т. – Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2019. – Частина 1. – С. 123-125.

20. Рогач Ю.П. Критерій і метод оцінки професійної придатності операторів мобільної техніки до виконання робіт на промислових підприємствах / Ю.П. Рогач // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. - Дніпро: ИГТМ НАНУ, 2017. – Вип. 134. – С. 155-162.

21. Рогач Ю.П. Проблематика реформування СУОП в Україні / Ю.П. Рогач, О.В. Яцух, І.М. Мохнатко, Д. Мясніченко // Безпека життєдіяльності в XXI столітті : тез. допов. VIII Міжнар. наук.-практ. конф. (19-20 листопада 2020 р.) / відп. ред. А.С. Беліков. – Дніпро: ПДАБА, 2020. – С. 70-72.

22. Рогач Ю.П. Аналіз умов праці операторів мобільної сільськогосподарської техніки як одного із параметрів при оцінці їх індивідуального професійного ризику / Ю.П. Рогач, М.В. Зоря // Вітчизняна

наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку: XXXVII Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція: зб. наук. пр. – Переяслав-Хмельницький, 2017. – Вип. 37. – С. 412–414.

23. Рогач Ю.П. Методика розрахунку імовірності захворювань операторів мобільної сільськогосподарської техніки від впливу пилового фактору // *Sciences of Europe*. – Praga, 2016. – С. 97-100.

24. Рогач Ю.П. Наукове обґрунтування системи управління професійними ризиками в агропромисловому комплексі України на підставі оцінки надійності у роботі операторів мобільної сільськогосподарської техніки // *Агроекологічні аспекти виробництва та переробки продукції сільського господарства : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Мелітополь-Кирилівка, 7-8 червня 2018 р.)*.

25. Рогач Ю.П. Особливості визначення індивідуального професійного ризику при роботі операторів мобільної техніки // *Геотехнічна механіка*. Випуск 125 – Дніпропетровськ, 2015 р.

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

27. Рогач Ю.П., Комар А.С. Дослідження параметрів мікроклімату в кабінах тракторів та самохідної сільськогосподарської техніки // *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Сб. научных трудов. Выпуск 62 – Днепропетровск: ГВУЗПГАСА, 2011. – С. 319-324.

28. Рогач Ю.П. Визначення ергономічних параметрів при оцінці ризику на механізованих процесах в АПК / к.т.н. Рогач Ю.П., К.т.н. Луценков В. Л., К.т.н. Гранкіна О. В., Инж. Головін С. В. // – Днепропетровск. Сборник научных трудов «Строительство, материаловедение, машиностроение: серия: безопасность жизнедеятельности». Выпуск 71, т.1, 2013, – С. 199-205

29. Рогач Ю.П. Контроль та діагностика стану операторів мобільної техніки / Рогач Ю.П., Комар А. С. // *Праці ТДАТУ*, вип. 13. – т. 6. – Мелітополь, 2013. – С.109-115.