

Розділ 9

ІНЖЕНЕРІЯ БЕЗПЕКИ ДОВКІЛЛЯ ТА БЕЗПЕКИ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

УДК 614.82

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОФЕСІЙНИХ РИЗИКІВ МЕХАНІЗОВАНИХ ПРОЦЕСІВ У ТВАРИННИЦТВІ

Олександр Войналович¹, к. т. н., Олег Гнатюк², к. т. н., Василь Тимочко³, к. т. н., Володимир Андрієнко⁴, к. пед. н.

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна,
e-mail:voynalovich@nubip.edu.ua

²Державна служба України з питань праці,
вул. Десятинна, 14, м. Київ, Україна,
e-mail:gnytyk.oleg@ukr.net

³Львівський національний аграрний університет,
вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни, Львівський р-н, Львівська обл., Україна,
e-mail:tymochko_vo@ukr.net

⁴Державна установа «Національний НДІ промислової безпеки та охорони праці»,
вул. Вавілових, 13, м. Київ, Україна,
e-mail:ndiop@ndiop.kiev.ua

<https://doi.org/10.31734/agroengineering2021.25.174>

Войналович О., Гнатюк О., Тимочко В., Андрієнко В. Дослідження професійних ризиків механізованих процесів у тваринництві

Показано, що моделювання небезпечних ситуацій на виробництві у вигляді структурної схеми (дерева) передбачає виявлення поєднань зв'язків між базовими та проміжними подіями, що формують головну подію з певним ризиком травмування працівників чи аварій. У роботі проаналізовано причини виробничого травматизму і професійної захворюваності у тваринництві, виокремивши їх на групи: організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, психофізіологічні. Визначальні чинники безпеки праці під час виконання механізованих робіт у тваринництві узагальнено у вигляді блок-схеми. Як приклад використання розроблених логіко-імітаційних моделей небезпечних ситуацій представлено розрахунки ймовірності настання травмонебезпечних ситуацій на механізованих роботах у тваринництві – під час механізованого роздавання кормів. Дослідження стосувалися не так абсолютних величин ймовірності настання травмонебезпечних ситуацій, як оцінення кількісного (відносного) впливу окремих виробничих чинників на професійний ризик. Для аналізу логіко-імітаційної моделі настання травмонебезпечної ситуації та визначення ризику травмування працівників, які перебувають у зоні рухомих елементів машин, використано комп'ютерну програму *SAPHIRE*. Для розрахунку показників ймовірності базових подій та подальшого розрахунку ризику травмування було аналітично опрацьовано та використано узагальнені дані за попередні 10 років щодо причин виробничого травматизму в сільському господарстві. Результати розрахунку відносної та абсолютної значущості базових подій за критеріями відповідно Фусела-Весели та Бірнбаума дозволили виявити найбільший вплив окремих подій на перебіг травмонебезпечної ситуації. Визначено зміни величин професійного ризику після усунення технічних недоліків на мобільній техніці та в разі покращання діяльності служби охорони праці на аграрних підприємствах.

Ключові слова: тваринництво, механізовані процеси, професійний ризик, логіко-імітаційні моделі.

Voinalovych O., Hnatiuk O., Tymochko V., Andriienko V. Study of occupational risks of the mechanized processes in animal husbandry

It is shown that the modeling of dangerous situations at a workplace in the form of a block diagram (tree) involves identification of the combinations of links between baseline and intermediate events that form the main event with a certain risk of injury or accidents. The purpose of this work is to analyze the adverse factors of mechanized works in animal husbandry and to propose a method of assessing the impact on occupational risk of workers changes in the determinants of occupational injuries in the industry. The paper analyzes causes of occupational injuries and occupational diseases in animal husbandry, dividing them into groups: organizational, technical, sanitary, psychophysiological. Determinants of

occupational safety during mechanized works in animal husbandry are summarized in the form of a block diagram. As an example of use of the developed logical-simulation models of dangerous situations, calculations of the probability of occurrence of traumatic situations at mechanized works in animal husbandry during mechanized distribution of feed are presented. The research more concerned assessment of the quantitative (relative) impact of certain production factors on occupational risk but not so much the absolute values of the probability of occurrence of traumatic situations. A computer program *SAPHIRE* was used to analyze the logic-simulation model of occurrence of an injury situation and to determine the risk of injury to workers who are in the area of moving parts of machines. To calculate the probability of baseline events and further calculate the risk of injury, the generalized data for the previous years on the causes of occupational injuries in agriculture were analytically processed and used. The results of calculating the relative and absolute significance of the baseline events according to the criteria of Fusel-Vesela and Birnbaum, respectively, revealed the greatest impact of individual events on the course of traumatic situations. Changes in the values of occupational risk after the elimination of technical deficiencies in mobile equipment (3 times) and in case of improving the activities of the labor protection service at agricultural enterprises (more than 30 times) are identified.

Key words: animal husbandry, mechanized processes, professional risk, logical-simulation models.

Постановка проблеми. Щоб дослідити професійні ризики на механізованих роботах у тваринництві, потрібно проаналізувати комплекс виробничих чинників у системі *машина – людина – виробниче довкілля* (М-Л-ВД), виокремити найбільш значущі та оцінити професійний ризик залежно від умов виконання механізованих робіт [9]. Для такого аналізу ефективним є моделювання небезпечних ситуацій із залученням логічних операторів та апарату теорії ймовірностей [7]. Однак достовірність моделювання нині обмежує недостатня обґрунтованість величин ймовірностей прояву причин аварійних ситуацій, що є в розрахунках базовими подіями, та велика кількість впливів на професійний ризик окремих елементів системи М-Л-ВД [13].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині для моделювання небезпечних ситуацій використовують різні підходи щодо описання зв'язків у рамках розроблених моделей [4; 8; 15]. Комплексний підхід щодо вибору та застосування адекватних методів оцінення ризиків подано в ДСТУ ІЕС/ISO 31010:2013 «Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику», в якому представлено методики оцінення ризиків та їх порівняльний аналіз. Цей стандарт є базовим для вибору відповідного методу оцінювання ризику і не обмежується лише галуззю техногенно-екологічної безпеки чи безпеки праці, а є загальним у сфері менеджменту ризику [3].

У більшості робіт, опублікованих за останні 10 років і присвячених проблемі оцінення професійних ризиків, змінився підхід від обговорення питань щодо необхідності визначення професійного ризику до розроблення нових методів врахування впливу численних обставин небезпечних ситуацій [11; 12; 14]. Але, незважаючи на велику кількість розроблених алгоритмів оцінення ризику на виробництві, нині в Україні не існує прийнятних для практики об'єктивних методик

кількісного оцінення ризику на механізованих процесах із застосуванням мобільних засобів аграрного виробництва, зокрема для галузі тваринництва [5]. Рекомендовані методики часто характеризуються істотними недоліками щодо їх практичного застосування (через трудомісткість, некоректність задавання початкових даних у розрахунках), а також вони не враховують тривалості впливу небезпечних чинників [1].

Постановка завдання. Розроблення моделей створення небезпечних ситуацій у вигляді структурної схеми (дерева) передбачає виявлення поєднань зв'язків між базовими та проміжними подіями (помилковими діями працівників, набутими в експлуатації дефектами машин і раптовими відмовами техніки, несприятливими зовнішніми впливами виробничого довкілля), що формують головну подію з певним ризиком травмування працівників чи аварій [16]. Нині не запропоновано вичерпної процедури створення дерева подій чи відмов (несправностей), де було б вказано, як логічно поєднати зв'язки між базовими та проміжними подіями з врахуванням їх значущості та ступеня повноти аналізованої множини початкових подій [2]. Також залишається дискусійним питання щодо обґрунтування ймовірностей базових подій [10]. Важливим є розроблення логічно-імітаційних моделей для значної кількості різних механізованих робіт у сільському господарстві, зокрема у тваринництві, що дасть змогу порівняти рівні професійного ризику під час їх виконання за наявності працезахоронних порушень та встановити найбільш значущі [6].

Мета роботи – проаналізувати несприятливі чинники на механізованих роботах у тваринництві та запропонувати методику оцінення впливу на професійний ризик працівників тваринництва змін визначальних причин виробничого травматизму в галузі.

Виклад основного матеріалу. Хоча механізовані роботи у тваринництві згідно з класифікацією здебільшого не належать до робіт підвищеної небезпеки, але механізатори тваринництва можуть зазнати механічних та електричних травм, термічних опіків, а ймовірність отриманих ушкоджень корелює з величинами професійного ризику. Для окреслення виробничих чинників, що можуть впливати на професійний ризик на механізованих роботах у тваринництві, ми проаналізували причини виробничого травматизму і професійної захворюваності у тваринництві, виокремивши їх у групи: організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, психофізіологічні.

До організаційних причин належать: відсутність (неякісне проведення) навчання з питань охорони праці; незабезпечення належного контролю з охорони праці на тваринницьких комплексах; порушення вимог інструкцій з охорони праці, технологічних регламентів, правил експлуатації устаткування, мобільних засобів механізації та інструменту; порушення періодичності та правил планово-попереджувальних ремонтів устаткування та машин; використання устаткування, механізмів та інструменту не за призначенням тощо.

Технічні причини: невідповідність вимогам безпеки або несправність механізмів, мобільних засобів механізації, інструменту; недосконалість технологічних процесів; конструкційні недоліки устаткування, недосконалість або відсутність захисних огорож, запобіжних пристроїв, засобів сигналізації та блокування тощо.

Санітарно-гігієнічні причини: підвищений вміст у повітрі тваринницьких ферм шкідливих речовин; недостатнє (нерациональне) освітлення; підвищені рівні шуму й вібрації; незадовільні мікрокліматичні умови; порушення правил особистої гігієни тощо.

Психофізіологічні причини: помилкові дії внаслідок втоми працівника через надмірну важкість і напруженість роботи; хворобливий стан працівника; необережність; невідповідність психофізіологічних чи антропометричних даних працівника використовуваній техніці чи виконуваній роботі тощо.

Визначальні чинники безпеки праці під час виконання механізованих робіт у тваринництві узагальнено на рис. 1. Їх необхідно якнайповніше враховувати під час моделювання небезпечних ситуацій.



Рис. 1. Визначальні чинники безпеки праці під час виконання механізованих робіт у тваринництві
Fig. 1. Determining factors of labor safety during mechanized works in animal husbandry

Як приклад використання розроблених логіко-імітаційних моделей небезпечних ситуацій представлено розрахунки ймовірності настання травмонебезпечних ситуацій на механізованих роботах у тваринництві – під час механізованого роздавання кормів. Дослідження стосувалися не так абсолютних величин ймовірності настання травмонебезпечних ситуацій, як оцінення кількісного (відносного) впливу окремих виробничих чинників на професійний ризик.

Під час роздавання кормів мобільним кормороздавачем наявні такі небезпечні та шкідливі виробничі чинники:

- сконструйовані суцільними огорожувальні кожухи механізмів приводів кормороздавача не дозволяють працівникам проводити технічне обслуговування без їх знімання;
- незручне закріплення захисних огорож на рамі кормороздавача;
- з кабіни трактора неможливо дистанційно змінити напрям руху поздовжніх транспортерів;
- відсутні знаки та написи безпеки поблизу робочих органів кормороздавача;
- відсутність можливості візуального спостереження трактористом з кабіни за наявністю корму в кузові;
- відсутність огорожі обертового карданного вала;
- необхідність ручної праці для приєднання кормороздавача до трактора;
- недостатня міцнісна надійність елементів приводів транспортерів та бітерів.

До небезпечних ситуацій під час механізованого роздавання кормів мобільним кормороздавачем можуть призвести такі небезпечні дії працівників:

- перебування працівника в зоні обертових деталей кормороздавача під час його роботи;
- працівник не встановив на місце зняту захисну огорожу механізмів приводу кормороздавача;
- проведення технічного обслуговування та ремонтування кормороздавача без від'єднання вала відбирання потужності;
- перебування працівника в кузові кормороздавача, що працює (не вимкнений).

Поєднання небезпечних умов і дій може призвести до характерних небезпечних ситуацій:

- захоплення одягу працівника неогородженим карданним валом;
- падіння працівника на вивантажувальному транспортері внаслідок самовільного запускання кормороздавача;

- захоплення одягу працівника бітерами;
- падіння працівника з висоти тощо.

Оскільки розглянути в одній моделі всі зазначені небезпечні ситуації досить складно, то ми проаналізували одну з небезпечних ситуацій, що може статися під час роздавання кормів мобільним кормороздавачем, коли в небезпечній зоні рухомих неогороджених елементів агрегату перебуває працівник (механізатор). Щоб виявити логічні зв'язки між випадковими подіями, які беруть участь у формуванні і настанні травмонебезпечних ситуацій, кількісно їх оцінити, у роботі використано логіко-імітаційне моделювання, в основу якого покладено метод «дерева відмов». Моделювання за методом «дерева відмов» передбачає врахування різних чинників щодо справності машин, професійних і психофізіологічних рис людини-оператора та стану виробничого довкілля, що формують первинні (базові) події, з подальшим переходом їх у проміжні події, які, своєю чергою, за певних обставин формують головну подію-наслідок. Лише після врахування всіх цих чинників будують логічну модель перебігу травмонебезпечного процесу з подальшим дослідженням її основних характеристик.

Логіко-імітаційну модель настання травмонебезпечної ситуації «захоплення одягу та поранення працівника неогородженими рухомими елементами кормороздавача» наведено на рис. 2. Потрібно зазначити, що до цієї небезпечної ситуації призводять як організаційні причини (відсутність контролю з охорони праці на робочих місцях, недостатній рівень кваліфікації працівників, зокрема з питань охорони праці, необережні (помилкові) дії працівників), так і технічні (відсутність чи несправність захисних огорожень) та психофізіологічні (втома). Відсутність захисної огорожі може бути передумовою настання небезпечних ситуацій у вигляді захоплення одягу чи кінцівок механізатора рухомими неогородженими деталями чи механізмами машин, зокрема карданними, зубчасто-ланцюговими чи пасовими передачами.

У формуванні та перебігу травмонебезпечної ситуації безпосередню участь бере механізатор (оператор) у разі потрапляння до небезпечної зони – зони роботи неогороджених рухомих деталей і механізмів машин. Перебування працівника (механізатора) у небезпечній зоні і контактування його одягу чи кінцівок з обертовими деталями й механізмами може бути зумовлене двома групами чинників: необхідністю виконання технологічних операцій за увімкнених

механізмів машин та їхніх приводів, а також зниженням концентрації уваги чи сповільненням реакції організму працівника на певні подразники виробничого довкілля.

Залишення увімкненими приводів робочих органів кормороздавачів може бути зумовлене неможливістю їх остаточного зупинення (вимкнення) або низьким рівнем професійної підготовки механізаторів, зокрема, й із питань охорони праці. Це стосується не тільки вимог щодо знань, умінь та навичок, пов'язаних безпосередньо з виробничою діяльністю, а й щодо здатності механізатора діяти за умов раптових травмонебезпечних ситуацій. Особливо це є актуальним для малих і середніх сільськогосподарських підприємств, де фактично не призначено службу охорони праці, або якщо й спеціаліста з охорони праці призначено, то свої функції він виконує здебільшого формально.

Щодо групи чинників, які характеризують зниження концентрації уваги чи сповільнення реакції організму механізатора на подразники виробничого довкілля, то вони можуть бути зумовлені двома підгрупами чинників, які пов'язані з функціональними особливостями людського організму, – перебуванням механізатора у стані наркотичного, токсичного чи алкогольного сп'яніння або його психофізіологічною втомою. Своєю чергою, психофізіологічна втома може мати психічні або фізичні передумови. Зазначені чинники безпосередньо не призводять до виробничих травм, але від їхнього впливу механізатор буде частіше помилятися, що збільшить ймовірність його потрапляння до травмонебезпечної ситуації.

Фізична втома механізатора може бути пов'язана з ненормованим робочим днем, несприятливими мікрокліматичними умовами на робочому місці (температура, вологість, швидкість руху повітря та атмосферний тиск) та іншими параметрами виробничого довкілля. Виконання механізатором роботи, яка йому протипоказана за медичними висновками, можливе в разі незадовільного стану контролю з охорони праці на підприємстві.

У деяких випадках механізатор на тваринницькому комплексі діє за складних і напружених умов, коли йому потрібно виявити не тільки особливу концентрацію професійних знань і навичок, а й наявність стійкого психологічного стану. Вміння швидко оцінити травмонебезпечну ситуацію і своєчасно ухвалити правильні рішення пов'язане не тільки з досвідом (стажем) роботи, а й з психологічними рисами працівника. Зокрема, психічна втома може бути також спричинена

тривалою роботою механізатора за умов перевищення гранично допустимого рівня шуму машинно-тракторного агрегату (МТА) або шуму від тварин на фермі (наприклад, під час їх годівлі).

Чинник перебування механізатора на робочому місці в стані наркотичного, токсичного чи алкогольного сп'яніння може бути пов'язаний із низьким рівнем його трудової дисципліни та загальної культури праці, а з іншого боку – незадовільним станом контролю з охорони праці на підприємстві.

Отже, розглянувши всі зазначені виробничі чинники в їхній сукупності, можна констатувати багатofакторність процесу перебігу травмонебезпечної ситуації, що характеризується участю різних чинників на різних стадіях цього процесу, які у своїй основі мають технічне та людське походження, а інколи – й вплив природного довкілля.

Для аналізу логіко-імітаційної моделі настання травмонебезпечної ситуації та визначення ризику травмування працівників, які перебувають у зоні рухомих елементів машин, у роботі використано комп'ютерну програму *SAPHIRE* [15]. Опис окремих елементів розробленої логіко-імітаційної моделі подано у таблиці, де також вказано певні значення базових подій.

Для розрахунку показників ймовірності базових подій та подальшого розрахунку ризику травмування було аналітично опрацьовано й використано узагальнені дані за попередні роки щодо причин виробничого травматизму в сільському господарстві, які надано Держстатом України та Держпраці України. Початкові дані ймовірностей первинних (базових) подій, які беруть участь у процесі утворення та перебігу травмонебезпечних ситуацій, вибирали як усереднені значення у відсотковому вираженні причин нещасних випадків за останні п'ять років із наступним їх аналітичним опрацюванням. У таблиці короткий опис базових подій відповідає дещо відредагованим причинам виробничого травматизму в сільському господарстві.

Результати генерації у комп'ютерній програмі мінімальних перерізів зазначеної травмонебезпечної ситуації дають підстави стверджувати, що існують два найімовірніші шляхи розвитку процесу її перебігу з тридцяти можливих за участі базових подій *D*, *E*, *F*, *G*, *H* та *L*, сумарне значення яких становить 30,2 %. Аналіз даних розрахунку відносної значущості базових подій за критерієм Фусела-Весели показав, що найбільший вплив на перебіг травмонебезпечної ситуації виявляють події *G* та *H*, а даних розрахунку абсолютної значущості базових подій за критерієм Бірнбаума – подія *H*.

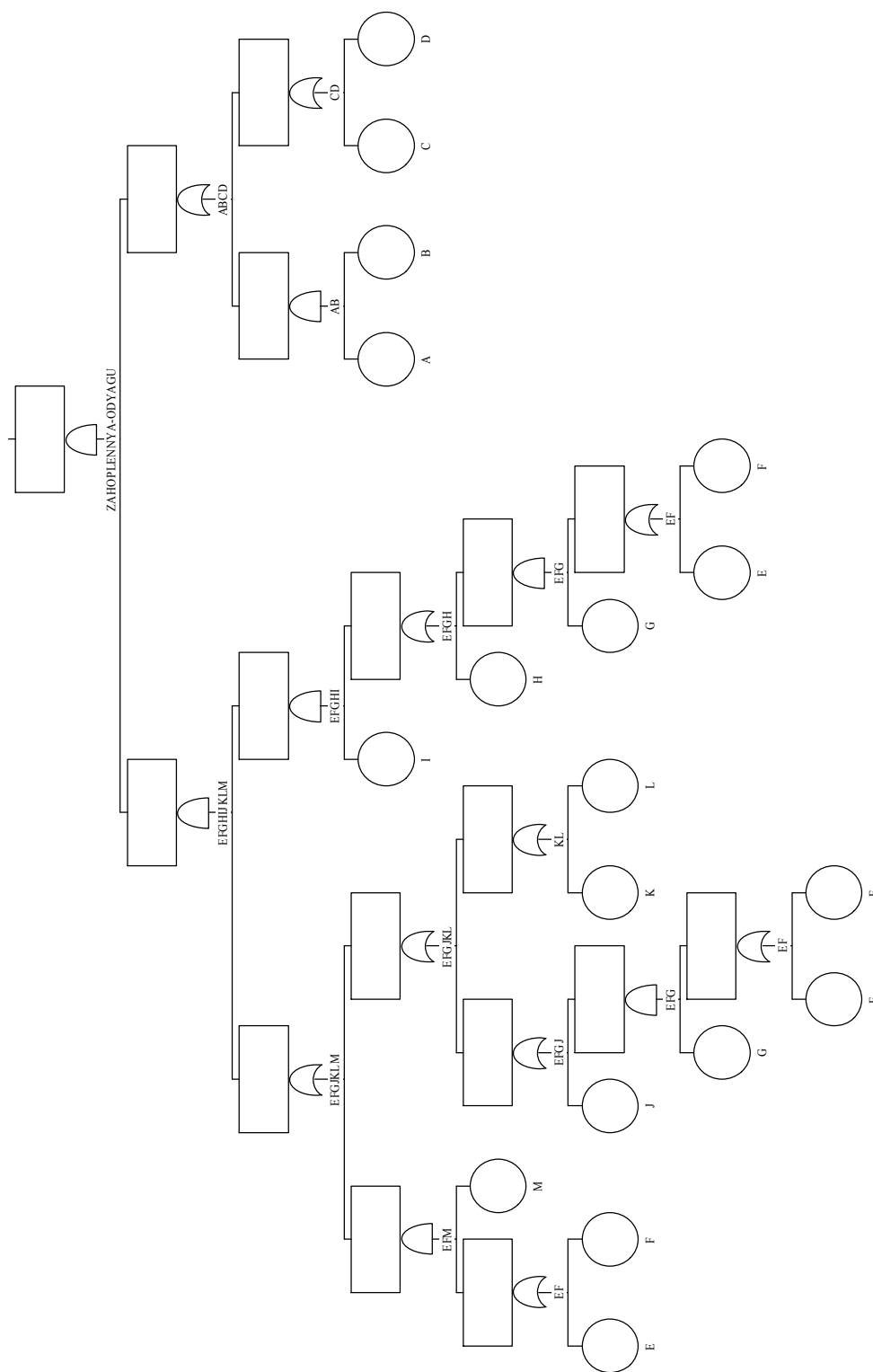


Рис. 2. Блок-схема логіко-імітаційної моделі небезпечної ситуації «Захоплення одягу та поранення працівника негородженими рухомими елементами кормороздавача»
Fig. 2. Block diagram of the logic-simulation model of the dangerous situation «Grabbing of clothing and injury to the worker by unfenced movable elements of the feeder»

Таблиця. Смысловое значения элементов логико-имитационной модели процесса перебігу травмонезбезпечної ситуації «Захоплення одягу та поранення працівника неогородженими рухомими елементами кормороздавача»

Table. The semantic significance of the elements of a logical-simulation model of the process of the traumatic situation «Grabbing of clothing and injury to the worker by unfenced movable elements of the feeder»

Найменування базових подій	Короткий опис базових подій	Кількісне значення імовірності базових подій
A	Недосконалість механізованого процесу роздавання кормів на фермі	0,0319
B	Недостатність на підприємстві потрібної кількості машин (засобів виробництва), де встановлено технічні засоби безпеки	0,0375
C	Встановлення захисної огорожі не передбачене заводом-виробником машини	0,0294
D	Захисну огорожу не встановлено через конструкційні особливості МТА або відривання її внаслідок вібрації чи механічної дії, а також огорожу знято через необхідність візуально контролювати роботу приводу чи передачі	0,0589
E	Фактична відсутність служби охорони праці на підприємстві	0,2786
F	Незадовільна діяльність служби охорони праці (не проводять навчання та інструктажі з охорони праці, не контролюють технічний стан МТА та обладнання, професійну придатність працівників, стан їхнього здоров'я під час приймання їх на роботу тощо)	0,3064
G	Нестача на підприємстві кваліфікованих, професійно підготовлених працівників (механізаторів)	0,228
H	Необхідність проведення технічного огляду, усунення несправностей чи інші причини, які змушують механізатора перебувати в небезпечній зоні рухомих елементів	0,0786
Y	Нестача придатних за станом здоров'я до виконання певних робіт працівників	0,021
J	Ненормований робочий день механізатора	0,0125
K	Стресові ситуації, емоційні перенапруження	0,0241
L	Високі рівні шуму від роботи МТА та тварин на фермі	0,0682
M	Низький рівень трудової дисципліни та загальної культури праці механізатора (вживання алкоголю, психотропних чи наркотичних речовин під час роботи)	0,0228

У нашій роботі відповідними розрахунками було встановлено, що усунення технічних недоліків конструкцій МТА (кормороздавачів) дозволяє знизити професійний ризик механізаторів $R = 1,394 \cdot 10^{-4}$ (ризик травмування механізатора рухомими неогородженими деталями і механізмами машин) до $R = 4,650 \cdot 10^{-5}$ (після встановлення огорожі досконалішої конструкції), тобто втричі.

Після усунення недоліків, пов'язаних із неналежною діяльністю служби охорони праці в аграрних підприємствах, та впровадження системи управління охороною праці професійний ризик механізаторів також суттєво зменшиться – зі значення $R = 1,394 \cdot 10^{-4}$ до $R = 4,457 \cdot 10^{-6}$ (у понад 30 разів).

Висновки

1. Розроблено методику оцінювання впливу на професійний ризик працівників тваринництва змін визначальних причин виробничого травматизму, які мають місце на механізованих процесах. Початкові дані ймовірностей первинних (базових) подій, які беруть участь у процесі утворення та перебігу травмонезбезпечних ситуацій, вибирали як усереднені значення у відсотковому вираженні причин нещасних випадків за останні п'ять років із наступним їх аналітичним опрацюванням.

2. Показано, що моделювання небезпечних ситуацій на виробництві у вигляді структурної схеми (дерева) на основі виявлення поєднань зв'язків між базовими та проміжними подіями дає

зможу кількісно оцінити вплив окремих несприятливих чинників на професійний ризик.

3. Встановлено, що усунення технічних недоліків конструкцій МТА (кормороздавачів) дозволяє знизити професійний ризик механізаторів утричі, а усунення недоліків, пов'язаних з неналежною діяльністю служби охорони праці, – у понад 30 разів. Ці та інші результати розрахунків можуть бути використані для обґрунтування впроваджуваних працезохоронних заходів та оптимізації плану робіт з охорони праці.

Бібліографічний список

1. Бочковський А. П. Теоретичні аспекти універсалізації оцінки професійного ризику в системах управління охороною праці. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2016. № 14. С. 134–151.
2. Бочковський А. П. Теоретичні аспекти методології аналізу небезпечних і шкідливих виробничих факторів. *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. 2014. № 46, вип. 1, т. 1. С. 285–291.
3. Вербіцька І. І. Ризик-менеджмент як сучасна система управління ризиками підприємницьких структур. *Сталий розвиток економіки*. 2013. № 5 (22). С. 282–291.
4. Винник Р. Л., Дудник В. В., Перерва Ю. В. Оцінка професійного ризику в системі управління охороною праці (СУОП). *Інноваційні аспекти систем безпеки праці, захисту інтелектуальної власності*: зб. матеріалів II Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. Полтава: ПДАА, 2017. Вип. 2. С. 44–46.
5. Войналович А. В., Гнатюк О. А. Снижение профессионального риска трактористов на механизированных процессах в агропромышленном комплексе Украины. *Agricultural machinery 2017: Proceeding of V International scientific congress (Varna, 2017)*. Varna, 2017. Vol. 2. P. 161–164.
6. Войналович О. В., Гнатюк О. А., Голод В. П. Наукові засади розроблення класифікатора професійних ризиків на механізованих процесах у сільському господарстві. *Механізація та електрифікація сільського господарства*: міжвідом. темат. наук. зб. Глеваха, 2013. Вип. 97, т. 2. С. 58–65.
7. Имашева А. О. Математическое моделирование в управлении охраной труда. *Вектор науки ТГУ*. 2013. № 2 (24). С. 283–287.
8. Камінський В. Ф., Лапін В. М., Піхало Г. С. Аналіз і оцінка ризику небезпек у професійній діяльності працівників на механізованих процесах у галузях землеробства та рослинництва. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 12. С. 59–64.
9. Кліценко Г. Г. Методологія оцінення ризиків на робочих місцях сільськогосподарського виробництва. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Механізація та автоматизація виробничих процесів*. 2013. Вип. 10 (25). С. 130–133.
10. Кружилко О. Є., Майстренко В. В., Ткачук К. Н., Полукаров О. І. Управління ризиком травматизму на виробничих підприємствах. *Проблеми охорони праці в Україні*. Київ: ДУ «ННДІПБОП», 2013. Вип. 26. С. 3–8.
11. Лис Ю. С. Оцінка ризиків в системі управління охороною праці. *Системи обробки інформації*. 2016. Вип. 9 (146). С. 193–196.
12. Надрага В. І. Методичні засади оцінювання професійних ризиків. *Економічний вісник Донбасу*. 2014. № 2 (36). С. 193–199.
13. Попов В. М., Чуб І. А. Прогнозування наслідків можливої надзвичайної ситуації при формуванні програми розвитку територіальної системи техногенної безпеки. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2015. Вип. 22. С. 99–105.
14. Рогач Ю. П. Практичні підходи по оцінці ризику нещасних випадків на підприємствах АПК. *Наукове товариство Smartand Young*. 2016. № 7. С. 76–81.
15. Voinalovych O., Hnatiuk O., Kofko D. Modeling of hazardous situations on vehicles for estimation the occupational risk of drivers. *Current Problems of Transport: Proceeding of 1st International Scientific Conference ICCPT 2019 (May, 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine)*. Ternopil, 2019. P. 265–272.
16. Voinalovych O. V., Hnatiuk O. A., Titova L. L., Polischuk O. G. Probabilistic method of analysis of degree of operating hazards of tractors on basis of detection details. *Machinery & Energetics*. 2019. Vol. 10, No. 1. P. 121–126.

Стаття надійшла 20.06.2021