

8. Фиников С. П. Теория поверхностей / С. П. Фиников. – М.-Л.: ГТТИ, 1934. – 206 с.
9. Норден А. П. Теория поверхностей / А. П. Норден. – М.: ГТТЛ, 1956. – 261 с.

Аннотация. В данной работе осуществлено конструирование минимальных поверхностей с использованием изотропной кривой, которая находится на поверхности катеноида. Использовано аналитическое условие того, что координатные линии катеноида образуют изометрическую систему.

Ключевые слова: *изотропная кривая, минимальная поверхность, линейный элемент поверхности, катеноид*

Annotation. In paper the design of minimal surfaces using isotropic curve that lies on the surface of the catenoid. It uses analytical condition that the coordinate lines catenoid form isometric system.

Key words: *isotropic curve, the minimum surface, line element surface, catenoid*

УДК 658.382.3

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ВІДСТЕЖЕННЯ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК НА АГРАРНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ НА БАЗІ РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ

О. В. Войналович, О. А. Гнатюк, кандидати технічних наук

Анотація. Проаналізовано структуру системи відстеження потенційних небезпек в аграрній галузі та застосовні методи оцінення виробничих ризиків. Описано алгоритми визначення виробничих ризиків та межі їх оцінок щодо характеристик небезпек на робочих місцях сільськогосподарського виробництва. Для кількісного оцінення ризиків на механізованих процесах у рослинництві та тваринництві запропоновано використовувати розроблений класифікатор.

Ключові слова: *виробничі небезпеки, система управління охороною праці, ризик-орієнтований підхід, професійний ризик трактористів-машиністів*

Поставлення проблеми. Для зменшення ступеню впливу виробничих чинників на зародження і формування аварійних та

© О. В. Войналович, О. А. Гнатюк, 2016

травмонебезпечних процесів, важливим є впровадження дієвої системи управління охороною праці (СУОП) на аграрному підприємстві відповідно до умов і реалій сільськогосподарського виробництва, що склалися нині. Впровадження такої системи є необхідним кроком на шляху зниження професійного ризику трактористів-машиністів АПК України.

СУОП має сприяти створенню належних і безпечних умов праці під час експлуатації сільськогосподарської техніки. Тобто, має бути запроваджено дієвий профілактичний контроль як за технічним станом машин і засобів, так і за професійним рівнем працівників з точки зору їх вмінь і навичок щодо безпечного ведення робіт.

Аналіз останніх досліджень. Питанню впровадження системи управління охороною праці та ризиками в АПК нині приділяють значну увагу науковці та фахівці [1, 2], але методологія ризик-менеджменту з охорони праці в аграрній галузі ще не знайшла достатнього наукового обґрунтування і практичної реалізації на законодавчому рівні. Зважаючи на євроінтеграційні прагнення нашої держави, відповідним державним органам варто активізувати приведення нашого законодавства з охорони праці у відповідність до норм та стандартів, що діють у країнах ЄС.

Створення системи управління охороною праці та ризиками на підприємстві чимало дослідників пропонують розглядати як один з основних способів вирішення проблеми травматизму і професійної захворюваності [3, 4].

Поширеною є теза, що близько 75–80% усіх травм і аварій трапляються з вини людини [5, 6]. Через це багато науковців під час вивчення природи травм в основу аналізу причин виробничого травматизму ставлять ергономічні принципи, застосування яких дозволить кількісно встановити найнебезпечніші складники роботи, виконуваної з великою кількістю помилок, а також основні психофізіологічні риси працівника, на які припадає найбільше навантаження і через недосконалість яких найчастіше трапляються помилки [7].

Інші дослідники [8] вважають, що основною причиною травматизму є неадекватне оцінення працівниками травмонебезпечних ситуацій і своїх можливостей щодо управління ними у відповідний момент часу, тобто недостатній рівень психофізіологічного потенціалу працівників, зумовленим їх втомою.

На механізованих процесах аграрного виробництва не варто недооцінювати небезпеку експлуатації несправної техніки, коли у деталях та вузлах розвиваються експлуатаційні дефекти, що може призвести до аварійних ситуацій на полях та дорогах [9, 10]. Зменшенню травматизму механізаторів та інших працівників

сприятиме запровадження регламенту оперативного, технічно оснащеного та систематичного контролю стану мобільної сільськогосподарської техніки. Це дозволить виявляти експлуатаційні дефекти на ранніх стадіях їх утворення після тривалого використання тракторів і самохідних сільськогосподарських машин та вчасно проводити ремонти вузлів із заміненням пошкоджених деталей у ремонтних підрозділах, а не у полі та на дорозі за умов дефіциту робочого часу та необхідного інструменту, відсутності у механізаторів (водіїв) необхідної кваліфікації для виконання оперативних ремонтів.

Виходячи із зазначеного, можна стверджувати, що виробничі ризики, зумовлені наявністю різноманітних небезпечних і шкідливих чинників організаційного, психофізіологічного та технічного характеру у виробничому довіллі, можна суттєво знизити у рамках системи відстеження потенційних небезпек (СВПН) на базі ризик-орієнтованого підходу.

Мета досліджень. Розробити алгоритм впровадження системи відстеження потенційних небезпек на підприємствах аграрної галузі на основі методології оцінення і зниження виробничих ризиків.

Результати досліджень. Комплексну систему управління охороною праці в АПК України, в якій задіяно як органи державної влади, так і підприємства галузі та громадські організації, представлено на рис. 1 у вигляді блок-схеми.

Галузева СВПН має багато у чому повторювати систему управління охороною праці, адже необхідно систематизувати характерні (типові) виробничі ризики, розробляти та впроваджувати заходи з охорони праці на схожих робочих місцях, контролювати ступінь зниження виробничих ризиків, формувати групи експертів та ін. Але існують й певні відмінності. Так, поза системою відстеження потенційних небезпек не повинні залишитися фермерські та одноосібні господарства.

У СВПН в АПК в основу покладено методологію визначення можливих небезпек та оцінення ризиків.

Перевагу надають класичному (враховує ймовірність настання нещасних випадків та їх важкість) і бальному (враховує ще й тривалість наявності небезпеки) методам, а також більш сучасним методам **Hazor** (оцінення небезпек і працездатності обладнання – передбачає систематичний аналіз параметрів конструкції та технологічного процесу щодо їх відхилів від допустимих значень), **FMEA** (аналіз характеру відмов та наслідків) та дерева відмов [11].

Згідно з класичним методом виробничі ризики виокремлюють на п'ять категорій: незначні (знехтувані), допустимі, середні, серйозні та недопустимі.

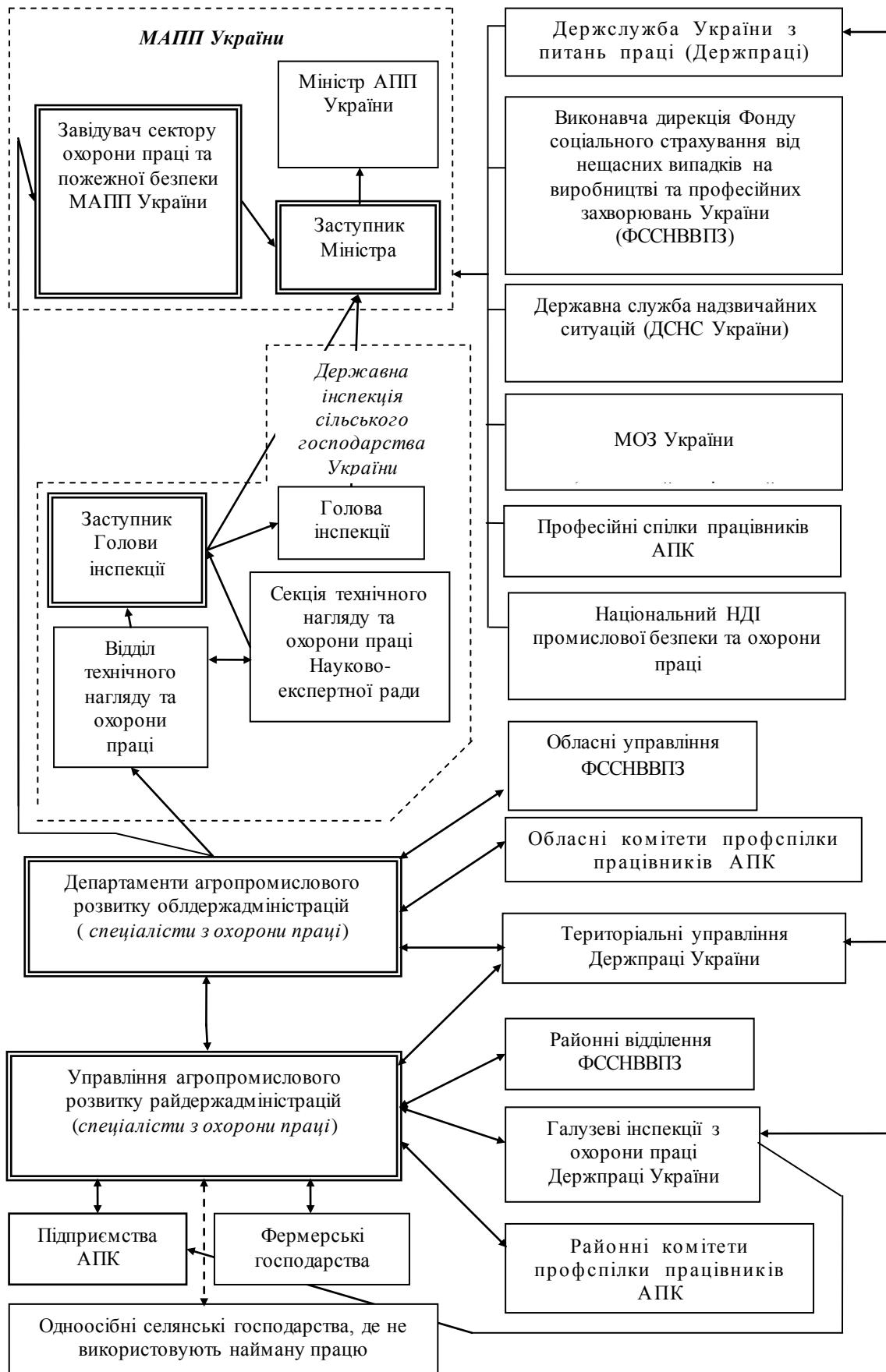


Рис. 1. Блок-схема системи управління охороною праці в аграрній галузі.

Методика оцінення ризиків передбачає виконання таких етапів: 1) ідентифікувати небезпеки; 2) визначити величину ризику; 3) встановити, чи ризик переважає допустимі значення; 4) розробити план заходів для зниження ризиків; 5) скоригувати план згідно з наявними виробничими умовами та ресурсами. У класичному методі оцінення ризиків величину ризику (R) визначають як добуток ймовірності настання нещасного випадку (P) та серйозності (важкості) наслідків (S). Без проведення обчислень величину ризику можна оцінити з табл. 1.

1. Таблиця якісного оцінення виробничих ризиків.

Ймовірність P	Важкість наслідків S		
	Незначні (легкі наслідки)	Середні (серйозні наслідки)	Важкі (смерть, каліцтво)
Низька	Знехтуваний	Допустимий	Середній
Середня	Допустимий	Середній	Серйозний
Висока	Середній	Серйозний	Недопустимий

Бальний метод оцінення ризиків дозволяє врахувати також тривалість наявності небезпеки (E). Згідно з цим методом кожному із співмножників формули $R = P \cdot S \cdot E$ присвоюють певну (умовну) кількість балів, користуючись табл. 2.

2. Градація балів щодо важкості, ймовірності настання нещасного випадку та тривалості впливу небезпечних чинників.

Можливі наслідки				Ймовірність настання			Тривалість небезпеки	
S , ба- ли	Втрати	Людські втрати	Матері- альні втрати	P , ба- ли	Опис	%	E , ба- ли	Опис
100	Катаст- рофи	Велика кількість	Понад 10 млн. \$	10	Дуже ймо- вірно	50	10	Постійна дія
40	Великі аварії	Смерть кількох людей	3 млн. \$ - 10 млн. \$	6	Ймо- вірно	10	6	Щодня
15	Дуже великі	Смерть 1 людини	300 тис. \$ - 3 млн. \$	3	Мож- ливі як виня- ток	1	3	Один раз на тиждень
7	Великі	Серйозні поранен ня	10 тис. \$ - 300 тис. \$	1	Мож- ливо неча- сто	0,1	2	1 раз на місяць

Продовження табл. 2

Можливі наслідки				Ймовірність настання			Тривалість небезпеки	
S, бали	Втрати	Людські втрати	Матеріальні втрати	P, бали	Опис	%	E, бали	Опис
3	Середні	Втрата працездатності	1 тис. – 10 тис. \$	0,5	Можна взяти до уваги	0,01	1	Кілька разів на рік
1	Низькі	Перша допомога	До 1 тис. \$	0,2	Практично неможливо	0,001	0,5	1 раз на рік
				0,1	Можливо лише теоретично	0,001		

У табл. 2 величини балів представлено досить умовно, так щоб загальна бальна оцінка ризику для різних категорій перебувала у межах 1-1000 балів (табл. 3).

3. Узагальнена бальна оцінка ризику R.

Категорія ризику	Значення, бали
Незначний	Менше 20
Низький	20-70
Середній	70-200
Високий	200-400
Надвисокий	Понад 400

У методі Назор група експертів встановлює відхили (зниження, збільшення) параметрів технологічного процесу та їх причини, оцінює наслідки у вигляді балів P, S та R, пропонує запобіжні заходи і розраховує залишковий ризик після їх впровадження. Алгоритм управління виробничими ризиками на підприємстві АПК представлено на рис. 2.

Згідно з методом FMEA досліджують можливі відмови елементів технічних систем (підсистем) та їх негативний вплив на стан системи загалом. В основу методу покладено визначення

пріоритетності небезпеки відмов (коефіцієнта пріоритету ризику *RPN*) на основі вибраних критеріїв. Засади визначення коефіцієнта *RPN* вказано у табл. 4. Алгоритм управління виробничими ризиками згідно з цим методом аналогічний представленому на рис. 2.

4. Підходи щодо визначення коефіцієнта пріоритету ризику *RPN*.

Важливість відмови	Серйозність наслідків	Бали	Частота відмови	Ймовірність відмови	Бали	<i>RPN</i>	Ризик
Вкрай висока	Смерть, повна втрата працездатності	9-10	Дуже часто	1/2-1/3	9-10	201-1000	Дуже високий
Висока	Суттєва втрата працездатності	7-8	Часто	1/4-1/20	7-8	101-200	Високий
Середня	Тривала хвороба	5-6	Помірно	1/30-1/2000	4-6	51-100	Середній
Низька	Незначні ушкодження	3-4	Нечасто	1/3000-1/150000	2-3	1-50	Низький
Дуже низька	Дискомфорт	1-2	Рідко	Понад 1/200000	1		



Рис. 2. Блок-схема управління виробничими ризиками на підприємстві АПК.

Для систем тракторів та мобільної сільськогосподарської техніки пріоритетності небезпеки відмов визначали залежно від наявності тріщин різного розміру в деталях [12]. Встановлено, що для оцінення ймовірності настання аварійних ситуацій під час експлуатації тракторів доцільно використовувати статистичні методи розпізнавання задач технічної діагностики, коли у методиці розрахунку ймовірності настання аварійних ситуацій аналізують дані не про лінійні розміри виявлених дефектів, а саме наявні ознаки, що у деталях експериментально знайшли тріщини різного ступеню небезпеки щодо зруйнування деталі. Це дозволило оцінити справність чи несправність трактора в ймовірнісному аспекті залежно від реалізацій комплексу ознак, тобто для можливих варіантів наявності чи відсутності тріщин різного відносного розміру.

Виробничі ризики згідно з методом «дерева відмов» аналізують для різних комбінацій небезпечних подій, що призводять до виникнення небезпечної ситуації (аварії) [13]. Для оцінення професійного ризику трактористів-машиністів було застосовано комп'ютерну програму *SAPHIRE*, що дозволяє з використанням критеріїв Фусела-Весели та Бірнбаума розрахувати ймовірність настання травмонебезпечної ситуації на основі множини ймовірностей базових подій.

На підставі проведених досліджень було встановлено, що серед причин виробничих травм та аварій у сільськогосподарському виробництві визначальна роль належить машиністу-трактористу (механізатору) з його рівнем професійної підготовки, фізичним та психічним станом на момент виникнення небажаної події.

То ж, для зменшення ступеню впливу зазначеного чинника на зародження і формування аварійних та травмонебезпечних процесів, важливим є впровадження на аграрному підприємстві СВПН на базі ризик-орієнтованого підходу.

Серед інших заходів має бути запроваджено дієвий профілактичний контроль як за технічним станом машин і засобів, так і за професійним рівнем працівників з точки зору їх вмінь і навичок щодо безпечного ведення робіт.

З іншого боку, розглядаючи місце та роль технічного чинника в механізмі утворення небезпечних ситуацій, можна виділити два його складники – конструкційний та експлуатаційний, які безпосередньо впливають на технічну безпеку машин (щодо запобігання отримання травм механічної природи). Тому впровадження працезохоронних концепцій і технологій ще на стадії проектування та дослідно-конструкторського розроблення техніки АПК має також стати важливим інструментом на шляху зниження професійного ризику трактористів-машиністів.

Впровадження розробленого авторами даної статті «Класифікатора ризику травматизму на механізованих процесах у рослинницькій та тваринницькій галузях сільськогосподарського виробництва» [14] у практику роботи керівників підприємств та фахівців служб охорони праці щодо оцінення ступеню потенційних небезпек на механізованих процесах і усунення найбільш загрозливих базових подій може суттєво знизити рівень професійного ризику трактористів-машиністів.

Висновок. Впровадження системи відстеження потенційних небезпек (СВПН) на підприємствах аграрної галузі на основі методології оцінення і зниження виробничих ризиків та розроблення заходів запобігання нещасним випадкам призведе до зменшення загального рівня професійного ризику, наближення його значення до розвинутих країн Євросоюзу, що, в свою чергу, дасть можливість переходу на більш високий рівень регулювання безпеки – культури безпеки праці.

Список літератури

1. *Гражданкин А. И.* Основные показатели риска аварии в терминах теории вероятностей / *А. И. Гражданкин, Д. В. Дегтярев, М. В. Лисанов, А. С. Печеркин* // Безопасность труда в промышленности. – 2002. – № 7. – С. 35–39.
2. *Елисейкин В. А.* Применение вероятностных моделей механизированных процессов для идентификации методов и технических средств охраны труда / *В. А. Елисейкин* // Сб. научных трудов. Пути повышения безопасности в агропромышленном производстве. – СПб, 1993. – С. 92–108.
3. *Левашов С.* Технология аналитического расследования причин несчастных случаев и инцидентов / *С. Левашов* // Безопасность труда в промышленности. – 2012. – № 11. – С. 79–81.
4. *Грачев Н.* Современное состояние и перспективы развития управления рисками в области безопасности труда на предприятиях АПК / *Н. Грачев* // Охрана труда и техника безопасности в сельском хозяйстве. – 2008. – № 11. – С. 8–12.
5. *Комар А. С.* Аналіз стану охорони праці в агропромисловому комплексі України / *А. С. Комар* // Праці ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – Вип. 2. – Т. 3. – С. 75–80.
6. *Распонова Л. М.* Человеческий фактор как источник риска травмирования на производстве / *Л. М. Распонова, Т. Б. Гавриленко* // Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда и окружающей среды. Межвузовский сборник научных трудов. – Ростов-на-Дону, 2000. – С. 105–107.
7. *Черноиванов В. И.* Устранение рисков мерами организационного и управленческого характера на предприятиях технического сервиса сельскохозяйственной техники / *В. И. Черноиванов, Л. А. Буренко, Е. М. Филиппова, В. А. Казакова* // Охрана труда и техника безопасности в сельском хозяйстве. – 2012. – № 9. – С. 3–9.
8. *Загородних А.* Факторы, определяющие производственный травматизм на транспортных средствах в сельском хозяйстве / *А. Загородних, С. Копылов* // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2011. – № 2. – С. 57–62.

9. *Войналович О. В.* Аналіз причин травмування працівників АПК на механізованих та транспортних роботах / *О. В. Войналович, І. М. Подобед, М. М. Мотрич, О. А. Сліпачук* // Проблеми охорони праці в Україні. Збірник наукових праць, 2012. – Вип. 24. – С. 38–49.
10. *Войналович О. В.* Незадовільний технічний стан мобільної сільськогосподарської техніки як одна з основних причин виробничого травматизму / *О. В. Войналович, Д. Г. Кофто, В. П. Голод* // Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки: Збірник матеріалів Десятої Всеукраїнської науково-методичної конференції (з участю студентів), м. Київ, 13-15 травня 2014 р. – К.: НТУУ “КПІ”, 2014. – С. 39–44.
11. *Левашов С. П.* Мониторинг и анализ профессиональных рисков в России и за рубежом: монография // *С. П. Левашов* ; под ред. *И. И. Манило*. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2013. – 345 с.
12. *Войналович О. В.* Підходи щодо створення методології оцінення ризику травмування працівників на механізованих процесах в АПК / *О. В. Войналович, М. М. Мотрич* // Електротехніка і механіка. – 2007. – № 1. – С. 93–101.
13. *Гнатюк О. А.* Оцінення ризику травмування механізаторів агропромислового комплексу від дій рухомих деталей і механізмів машин / *О. А. Гнатюк, О. О. Покутний, М. О. Лисюк* // Проблеми охорони праці в Україні. – К.: ДУ «ННДІПБОП», 2014. – Вип. 28. – С. 121–130.
14. *Войналович О. В.* Наукові засади розроблення класифікатора професійних ризиків на механізованих процесах у сільському господарстві // *О. В. Войналович, О. А. Гнатюк* // Міжвідомчий тематичний науковий збірник Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» «Механізація та електрифікація сільського господарства». – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ», 2013. – Вип. 97. – Т. 2. – С. 58–66.

Аннотация. Проанализирована структура системы мониторинга потенциальных опасностей в аграрной отрасли и используемые методы оценки производственных рисков. Описаны алгоритмы определения производственных рисков и пределы их оценок относительно характеристик опасностей на рабочих местах сельскохозяйственного производства. Для количественного оценки рисков на механизированных процессах в растениеводстве и животноводстве предложено использовать разработанный классификатор.

Ключевые слова: производственные опасности, система управления охраной труда, риск-ориентированный подход, профессиональный риск трактористов-машинистов

Annotation. The structure of the system for monitoring potential hazards in the agricultural sector and apply methods of evaluating industrial risks are analysed. The algorithms of the determining production risks and limits of their assessments relating to the characteristics of hazards in the workplace agricultural production are described. For a quantitative risk assessment on the mechanized processes in crop and livestock production is proposed to use a developed classifier.

Key words: industrial dangers, system safety management, risk-based approach, occupational hazard of tractor drivers