

УДК 69.05:658.382

## ВИЗНАЧЕННЯ ВИРОБНИЧОГО РИЗИКУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ АВАРІЙНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ (АВР) І РЕМОНТНО-БУДІВЕЛЬНИХ (РБР) РОБІТ

КАСЬЯНОВ М. А.<sup>1</sup>, *д.т.н., проф.*,  
ГУНЧЕНКО О. М.<sup>2</sup>, *к.т.н., доц.*,  
КОРІННИЙ В. І.<sup>3</sup>, *викладач*,  
МЕЩЕРЯКОВА І. В.<sup>4</sup>, *ас.*

<sup>1</sup> Кафедра охорони праці і навколишнього середовища, Київський Національний університет будівництва і архітектури, Повітрофлотський проспект, 31, 03680, Київ, Україна, тел. +38(044)2449614, e-mail: kaflab241ecolog@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6034-4062

<sup>2</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності та охорони праці, Державний університет телекомунікацій, вул. Солом'янська, 7, 03680, Київ, Україна, тел. +38 (044) 2492543, e-mail: oks-gunchenko@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-5769-2496

<sup>3</sup> Кафедра охорони праці і навколишнього середовища, Київський Національний університет будівництва і архітектури, Повітрофлотський проспект, 31, 03680, Київ, Україна, тел. +38(044)2449614, e-mail: kaflab241ecolog@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8486-7493

<sup>4</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-1538-2932

**Анотація. Мета.** Аналіз статистичних даних травматизму рятувальників показує необхідність удосконалення методологічних аспектів визначення виробничого ризику при проведенні невідкладних аварійно-відновлювальних (АВР) і ремонтно-будівельних робіт (РБР) при виникненні надзвичайних ситуацій (НС) техногенного походження на об'єктах будівництва. Показано, що до професійних груп працівників з високими показниками виробничого ризику відносяться і рятувальники, які повсякденно приймають участь у ліквідації наслідків природних, техногенних або змішаного типу надзвичайних ситуацій (НС). Такі НС є наслідком того, що порушення не тільки нормального стану виробничого обладнання, процесів, а і порядку експлуатації будівель і споруд, призводять до їх руйнування з непередбачуваними наслідками при проведенні рятувальних і аварійно-відновлювальних робіт. **Методика.** Показано, що при виконанні звичайних АВР і РБР на перше місце у їх безпеці виходить «загальна працездатність» і «сила» рятувальників, а при здійсненні технічно складних АВР і РБР – піднімаються вимоги до психологічної, технічної та спеціальної підготовки, які об'єднано у так звану «спортивну складову», яка, зокрема, для висотних робіт є визначальною. Порушення планів ліквідації аварійних ситуацій відбувається не тільки з-за впливу недостатньої надійності обладнання на імовірність його відмов наслідок конструктивних і технологічних недоліків, порушення правил експлуатації в умовах ліквідації НС, виробітку ресурсу і т. ін. Людина-оператор також має свої характеристики, що впливають на її можливі відмови, які є вкрай небезпечними, у т. ч. і у першу чергу, для рятувальників в умовах фізичної і моральної втоми у стресових ситуаціях проведення АВР і РБР. **Результати.** Тому виникає потреба при визначенні причин виникнення відмов на виробничому обладнанні застосовувати аналіз методом «дерева неполадок» або «дерева причин» і «дерева відмов», що є вкрай необхідним і для оцінки виробничого ризику рятувальників, включаючи до нього, крім «технічних», і «людські» відмови. Зазначено, що вплив людського фактору на визначення загальних показників виробничого ризику рятувальника можна оцінити врахуванням імовірності вимушених і невимушених відмов складових і організму в цілому. **Наукова новизна і практична значимість.** Обґрунтовано необхідність внесення у математичну модель оцінки виробничого ризику рятувальників, крім «технічних», і «людські» відмови, які потрібно оцінювати шляхом врахування імовірності вимушених і невимушених відмов складових і організму в цілому. Для цього можна використовувати відомі експериментальні значення характеристик безпомилковості середньостатистичної людини, тобто імовірності безпомилкового виконання нею виробничих функціональних дій шляхом їх окремого урахування у переліку подій та у «дереві ризиків» або введенням поправочних коефіцієнтів у значення можливих відмов.

**Ключові слова:** охорона праці, надзвичайна ситуація, аварійно-відновлювальні і ремонтно-будівельні роботи, рятувальник, виробничий ризик, психофізіологічні особливості, імовірність, наслідки

УДК 69.05:658.382

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО РИСКА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ (АВР) И РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ (РБР) РАБОТ

КАСЬЯНОВ Н.А.<sup>1</sup>, *д.т.н., проф.*,  
ГУНЧЕНКО О.Н.<sup>2</sup>, *к.т.н., доц.*,  
КОРЕННОЙ В.И.<sup>1</sup>, *преподаватель*,  
ТИЩЕНКО Ю.А.<sup>4</sup>, *доц.*,  
МЕЩЕРЯКОВА В. В.<sup>5</sup>, *ас.*

<sup>1\*</sup> Кафедра охраны труда и окружающей среды, Киевский Национальный университет строительства и архитектуры, Воздухофлотский проспект, 31, 03680, Киев, Украина, тел. +38(044)2449614, e-mail: kaflab241ecolog@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6034-4062

<sup>2</sup> Кафедра безопасности жизнедеятельности и охраны труда, Государственный университет телекоммуникаций, ул. Соломенская, 7, 03680, Киев, Украина, тел.:+38 (044) 2492543, e-mail: oks-gunchenko@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-5769-2496

<sup>3</sup> Кафедра охраны труда и окружающей среды, Киевский Национальный университет строительства и архитектуры, Воздухофлотский проспект, 31, 03680, Киев, Украина, тел. +38(044)2449614, e-mail: kaflab241ecolog@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8486-7493

<sup>4</sup> Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепрпетровск, Украина, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-1538-2932

**Аннотация. Цель.** Анализ статистических данных травматизма спасателей показывает необходимость совершенствования методологических аспектов определения производственного риска при проведении неотложных аварийно-восстановительных (АВР) и ремонтно-строительных работ (РСР) при возникновении чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного происхождения на объектах строительства. Показано, что к профессиональным группам работников с высокими показателями производственного риска относятся и спасатели, которые повседневно принимают участие в ликвидации последствий природных, техногенных или смешанного типа чрезвычайных ситуаций (ЧС). Такие ЧС являются следствием того, что нарушение не только нормального состояния производственного оборудования, процессов, а и порядка эксплуатации зданий и сооружений, приводят к их разрушению с непредсказуемыми последствиями при проведении спасательных и аварийно-восстановительных работ. **Методика.** Показано, что при выполнении обычных АВР и РСР на первое место в их безопасности выходит «общая трудоспособность» и «сила» спасателей, а при осуществлении технически сложных АВР и РСР – повышаются требования к психологической, технической и специальной подготовке, которые объединены в так называемую «спортивную составляющую», которая, в частности, для высотных работ является определяющей. Нарушение планов ликвидации аварийных ситуаций происходит не только из-за влияния недостаточной надежности оборудования на вероятность его отказов в результате конструктивных и технологических недостатков, нарушения правил эксплуатации в условиях ликвидации ЧС, выработки ресурса и др. Человек-оператор также имеет свои характеристики, влияющие на его возможные отказы, которые являются крайне опасными, в т. ч. и в первую очередь, для спасателей в условиях физической и моральной усталости, в стрессовых ситуациях проведения АВР и РСР. **Результаты.** Поэтому возникает необходимость при определении причин возникновения отказов на производственном оборудовании применять анализ методом «дерева неполадок» или «дерева причин» и «дерева отказов», что является крайне необходимым и для оценки производственного риска спасателей, включая в него, кроме «технических», и «человеческие» отказы. Отмечено, что влияние человеческого фактора на определение общих показателей производственного риска спасателя можно оценить учетом вероятности вынужденных и невынужденных отказов составляющих и организма в целом. **Научная новизна и практическая значимость.** Обоснована необходимость введения в математическую модель оценки производственного риска спасателей, кроме «технических», и «человеческие» отказы, которые нужно оценивать путем учета вероятности вынужденных и невынужденных отказов составляющих и организма в целом. Для этого можно использовать экспериментальные значения характеристик безошибочности среднестатистического человека, то есть вероятности безошибочного выполнения производственных функциональных действий, путем их отдельного учета в перечне событий и в «дерева рисков» или введением поправочных коэффициентов в значение возможных отказов.

**Ключевые слова:** охрана труда, чрезвычайная ситуация, аварийно-восстановительные и ремонтно-строительные работы, спасатель, производственный риск, психофизиологические особенности, вероятность, последствия

УДК 69.05:658.382

## DEFINITION OF RISK DURING PRODUCTION EMERGENCY RECOVERY AND REPAIR WORKS

KASYANOV N.<sup>1</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,  
GUNCHENKO O.<sup>2</sup>, *Cand. Sc. (Tech), Assoc.*,  
KORENNOY V.<sup>3</sup>, *Inst.*,  
MESCHERYAKOVA I.<sup>4</sup>, *Ac.*

<sup>1\*</sup> Department of occupational health and the environment, Kyiv National University of Construction and Architecture, Povitroflotskyi prospect, 31, 03680 Kiev, Ukraine, Tel. +38 (044) 2449614, e-mail: kaflab241ecolog@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6034-4062

<sup>2</sup> Life Safety Department and OSH, State University of Telecommunications, ul. Solomenskaya, 7, 03680, Kiev, Ukraine, Tel. +38 (044) 2492543, e-mail: oks-gunchenko@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-5769-2496

<sup>3</sup> Department of occupational health and the environment, Kyiv National University of Construction and Architecture, Povitroflotskyi prospect, 31, 03680 Kiev, Ukraine, Tel. +38 (044) 2449614, e-mail: kaflab241ecolog@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8486-7493

<sup>4</sup> Department of life safety, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 756-34-57, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-1538-2932

**Annotation. Goal.** Analysis of statistical data shows rescuers injuries need to improve the methodological aspects of the definition of operational risk during emergency restoration and repair works in emergency situations of technogenic origin on construction sites. It has been shown that by the occupational groups with high levels of operational risk are workers and rescuers, who every day take part in liquidation of consequences of natural and man-made, or mixed-type emergencies. Such situations are the result of the fact that the violation of not only the normal state of production equipment, processes and procedures and operation of buildings and structures, leading to their destruction with unpredictable consequences for rescue and emergency recovery work. **Methods.** It is shown that under normal emergency recovery and repair works on the first place in their security goes «general ability to work» and «force» the rescuers and the implementation of technically complex recovery and repair works - increased requirements for psychological, technical and special training, which are combined in the so-called «sporting component», which, in particular, for work at height is crucial. Violation of emergency response plans is not only due to the influence of insufficient reliability of the equipment on the probability of failure as a result of structural and technological deficiencies, the operating rules violations under emergency situations, developing resource and others. The human operator also has its own characteristics that influence its possible failures, which are extremely dangerous, including and especially, for the rescuers in a physical and moral fatigue, in stressful situations of recovery and repair works. **Results.** Therefore, it is necessary in determining the causes of failures in industrial equipment used analysis method of «tree faults» or «fault tree» and «fault tree», which is essential for the assessment of operational risk to rescuers, including in it other than «technical», and «human» failures. It is noted that the human impact on the definition of common indicators of industrial rescuer risk can be assessed based on the likelihood of forced and unforced bounce components and body as a whole. **The scientific novelty and practical significance.** The necessity of introduction in mathematical model of an estimation of industrial risk to rescuers, in addition to "technical" and "human" failures that need to be assessed by taking into account the probability of forced and unforced components of bounce and body as a whole. You can use the experimental values of the infallibility of the average characteristics of the person, that is, the probability of error-free production of functional activities, by their individual account in the list of events in the «Risk Tree» or the introduction of correction factors in the value of possible failures.

**Keywords:** safety, emergency, emergency recovery and repair and construction work, the rescuer, production risk, physiological characteristics, likely consequences

## Вступ

Відомо, що збереження здоров'я нації, яке є важливою складовою її економічного, соціального та культурного розвитку, у значній мірі визначається трудовим потенціалом населення. Це пріоритетна задача для кожної сучасної держави. Кінець ХХ і початок ХХІ століття, внаслідок економічних труднощів, пов'язаних з падінням виробництва, старінням основних фондів і інших причин перехідного періоду, виявив у стані здоров'я громадян України деякі негативні тенденції. Вони призвели не тільки до зростання рівня загальної смертності, а і до зниження народжуваності, внаслідок чого кількість померлих почала перевищувати кількість народжених. Так, за 11 місяців 2014 р. в Україні народилося 430 тис. і померло від старості, хвороб і нещасних випадків 575 тис. осіб, тобто природне зменшення населення склало 145 тис. осіб [1].

Причиною цього є не тільки наслідки забруднення навколишнього середовища, а і невиразне впровадження нових умов господарювання на основі використання елементів ринкової економіки, що призвело до падіння виробництва і відповідно до

різкого зменшення об'ємів фінансування регіональних програм з державними гарантіями забезпечення населення медичною допомогою. Це негативно відобразилося на здоров'ї більшості соціальних груп населення, до яких поряд з іншими (малозабезпечені пенсіонери, сироти, люди з вродженими вадами здоров'я, інваліди і т. ін.) відносяться і ті, що постійно працюють у виробничих умовах з наявністю або періодичним проявом шкідливих та небезпечних виробничих чинників (ШНВЧ). Це призвело до збільшення числа нещасних випадків (НВ), у т. ч. з смертельними наслідками, і до зростання кількості професійних захворювань (ПЗ), іноді других на фоні вже існуючих.

До однієї із таких груп відносяться і рятувальники, які повсякденно приймають участь у ліквідації наслідків природних, техногенних або змішаного типу надзвичайних ситуацій (НС), для яких зазначені показники є одними з найвищих в Україні [2]. Такі НС є наслідком того, що порушення не тільки нормального стану виробничого обладнання, процесів, а і порядку експлуатації будівель і споруд, призводять до їх руйнування з непередбачуваними наслідками при проведенні рятувальних і аварійно-відновлювальних робіт.

Відповідно до «Інформаційно-аналітичної довідки про НС в Україні, що сталися впродовж 2014 року» зареєстровано 143 НС, які відповідно до «Національного класифікатора НС ДК 019:2010» розподілилися на: техногенні – 74; природні – 59; соціальні – 10. Внаслідок цих НС загинуло 287 осіб (з них 39 дітей) та 680 – постраждало (з них 235 дітей).

Найбільш резонансною НС влітку 2015 р. була пожежа на нафтобазі ТОВ «Побутрембудматеріали» у селищі Глеваха. У процесі її ліквідації, крім пожежників, були задіяні сили Нацгвардії, Міноборони [3]. У вогні загинули троє рятувальників, один представник Укрзалізниці з пожежною потягу і один співробітник нафтобазі. Обставини цієї НС показують, що при відсутності сучасних механізмів здійснення контролю за реалізацією державної політики у сфері пожежної, техногенної безпеки та цивільного захисту, нездійснення нагляду за дотриманням вимог пожежної та техногенної безпеки безпосередньо на об'єктах різного призначення з високою пожежною навантагою, призводить до трагічних результатів.

### Методика

Відомо, що у завдання спецпідрозділів при локалізації і ліквідації наслідків НС, відновленні і ремонті аварійних об'єктів, входить виконання різних видів робіт, зокрема, розбирання завалів, демонтаж та монтаж будівельних конструкцій і виробничого устаткування, відновлення і зміцнення аварійних частин будівель та споруд, ліквідація аварійних заторів і т. ін. Але обладнання, що використовується в екстремальних ситуаціях ведення спеціальних аварійно-відновлювальних (АВР) і ремонтно-будівельних (РБР) робіт, відповідно до наведених у [2] результатів дослідження, не завжди сприяє ефективному і безпечному їх здійсненню і не відповідає вимогам охорони праці рятувальників, які знаходяться у зоні аварії.

У зазначеній роботі [2] надано варіант вирішення задачі з мінімізації втрат часу на шляху прямування оперативних підрозділів в умовах дорожньої мережі міських маршрутів до місця ліквідації аварії і її наслідків, пов'язаних з розгерметизацією об'єктів з легкозаймистою рідиною. Виконано також наукове обґрунтування доцільності створення багатофункціонального аварійно-рятувального комплексу з урахуванням забезпечення ефективного та безпечного проведення АВР і РБР. Використання результатів дослідження у практичних умовах внесе певний вклад у зниження професійного ризику рятувальників.

З виконаних за останній час наукових робіт по вирішенню проблем охорони праці при локалізації і ліквідації наслідків НС, окрім [2], особливий інтерес представляють [4...10] оскільки в них досліджено різні аспекти цього питання і знайдено несподівані рішення.

Зокрема у [6; 7], враховуючи ту обставину, що рятувальники часто виконують АВР і РБР на висоті,

розглянуто питання підвищення їх безпеки шляхом спеціальної спортивної підготовки на скелелазному стенді з використанням існуючих методів для монтажників-висотників. Встановлено, що на звичайних роботах на перше місце виходить «загальна працездатність» (9,6 балів) і сила (8,2 бали) по 10 бальній шкалі. На технічно складних – істотно піднімаються вимоги до психологічної, технічної та спеціальної підготовки, які об'єднано у так звану «спортивну складову», тобто для технічно складних висотних робіт спортивна і технічна сторони є визначальними.

Наведені результати показують необхідність врахування при визначенні виробничого ризику рятувальників їх психофізіологічних особливостей, що було здійснено відносно ковалів у [11]. У цьому дослідженні удосконалено математичну модель зміни виробничого ризику на робочих місцях у ковальсько-пресовому виробництві впливом на нього характеристик та особливостей прояву і дії на людину-оператора найбільш поширених ШНВЧ з застосуванням критеріїв співвідношення їх фактичних значень з нормованими. Це дозволяє у системі управління охороною праці, з використанням «дерева несправностей» і «дерева відмов», визначати виробничий ризик на робочих місцях і зони приміщення з його зростанням при розробці планувальних особливостей розміщення ковальсько-пресового обладнання.

### Мета дослідження

Такий підхід доцільно використати і у вдосконаленні методології визначення виробничого ризику рятувальників при проведенні АВР і РБР з урахуванням не тільки вищезазначених доробок, а і наявності або можливості прояву при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій специфічних ШНВЧ, таких як вплив на імовірні «людські» відмови (помилки) значних фізичних і моральних навантажень на фоні високої відповідальності, які супроводжуються стресом.

### Результати

Результати аналізу статистичних даних травматизму рятувальників показують, що на першому етапі удосконалення методів і засобів визначення виробничого ризику з усіх видів надзвичайних ситуацій при побудові «дерева ризиків» і «дерева відмов» необхідно брати до уваги тільки ті шкідливі та небезпечні виробничі чинники (ШНВЧ), що є характерними для техногенного їх різновиду, і, у першу чергу, пов'язаними з використанням будівель і споруд. Це пояснюється тим, що наслідки таких НС, а також дії рятувальників при їх ліквідації, найбільш повно висвітлено у доступній літературі. До них можна віднести пожежі (вибухи) в будівлях та технологічному обладнанні промислових об'єктів, в метрополітенах, а також – в будівлях і спорудах житлового, соціально-побутового та культурного призначення. Для

розгляду доцільно прийняти і врахувати ШНВЧ, що виникають і при ліквідації обвалень вказаних об'єктів.

Загальновідомим є вплив недостатньої надійності обладнання на імовірність його відмов з-за конструктивних і технологічних недоліків, виробітку ресурсу і т. ін. Це є особливо небезпечним, коли внаслідок таких відмов порушуються плани ліквідації аварійних ситуацій. Але ж і людина-оператор має свої характеристики, що впливають на її можливі відмови, які є вкрай небезпечними у т. ч. і у першу чергу для рятувальників у стресових ситуаціях проведення АБР і РБР. Тому і виникає потреба при визначенні причин виникнення відмов на виробничому обладнанні застосовувати аналіз методом «дерева неполадок» або «дерева причин» і «дерева відмов», що є вкрай необхідним і для оцінки виробничого ризику рятувальників, включаючи до нього, крім «технічних», і «людські» відмови. Оцінка можливості відмови або безвідмовної роботи окремих елементів технічних систем проводиться на основі статистичних даних по інтенсивності їх відмови або по наробітку на відмову. Людський фактор можна оцінювати шляхом врахування імовірності вимушених і невимушених відмов складових і організму в цілому. Для цього можна використовувати відомі експериментальні значення характеристик безпомилковості середньостатистичної людини, тобто імовірності безпомилкового виконання нею виробничих функціональних дій шляхом їх окремого урахування у переліку подій та у «дереві ризиків», або введенням поправочних коефіцієнтів у значення можливих відмов (табл. 1).

Таблиця 1

**Експериментальні характеристики  
безпомилковості середньостатистичної людини/  
The experimental characteristics of infallibility  
average person**

№ з/п	Найменування функціональних дій	Імовірність безпомилкового виконання
1	2	3
1.	Виявлення декодування сигналу	0,9700...0,9999
2.	Пошук органів управління і здійснення заданої управляючої дії	0,9610...0,9850
3.	Виявлення сигналу і прийняття рішення	0,9380...0,9780
4.	Прийняття інформації, її оцінка і приймання рішення щодо працездатності підсистем, що контролюються: – число ознак, що сприймаються 5-6, затримка у часі їх появи 15-40 с;	0,4470...0,7830
5.	Натискання кнопки	0,9985...0,9999
6.	Зчитування інформації з табло	0,9950...0,9995
7.	Вмикання тумблера	0,9990...0,9995
8.	Прості реакції з перетворення інформації прямого або оперативного запам'ятовування	0,9995
9.	Видача або прийняття голосової команди	0,9998
10.	Поворот перемикача	0,9975-0,9990
11.	Виконання дії (руху) з допомогою: – штурвалу; – ручки управління;	0,9965...0,9980 0,9936...0,9995

– маховика;	0,9994...0,9999
– знімного важеля (ключа)	0,9920...0,9990

Продовження таблиці 1

1	2	3
12.	Виконання дії по: – відкриттю вентиля; – під'єднанню шланга; – налагодженню приладу;	0,9980...0,9995 0,9955...0,9970 0,9920...0,9965
13.	Переміщення людини по: – тимчасовому настилу	0,9940...0,9975
14.	Використання засобів захисту: – страховального поясу; – знімних огорожень; – переносного заземлення.	0,9940...0,9980 0,7500...0,8500 0,8500...0,8900
15.	Виконання керуючих дій (рухів) найпростішого типу: – лівою рукою; – правою рукою; – обома руками;	0,030 0,017 0,018...0,021

Якщо встановити, що напрацювання на відмову технічної системи, яка використовується рятувальниками, становить, наприклад, понад 16000 год., але воно може бути і іншим, то розрахунок значень імовірності безвідмовної роботи окремих її елементів можна виконувати за даними інтенсивності відмов та дерева несправностей з урахуванням періоду нормальної експлуатації, коли  $\lambda = \text{const}$ . Імовірність безвідмовної роботи кожного елемента

визначається з  $P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}$  або  $P(t) = e^{-\lambda t}$  при заданому  $t$ , а відповідно імовірність відмови кожного елемента буде відповідати значенню, отриманому з  $P(t) + Q(t) = 1$ . При цьому необхідно враховувати екстремальні умови проведення АБР і РБР, тому що вони призводять до збільшення кількості помилок рятувальників не тільки у стані стресу під впливом явної небезпеки (1 помилка на 10...100 дій), а і до повільного їх зменшення упродовж тижня після впливу потужного стрес-фактору (1 помилка на 100...1000 дій).

#### Наукова новизна і практична значимість

Обґрунтовано необхідність внесення у математичну модель оцінки виробничого ризику рятувальників, крім «технічних», і «людські» відмови, які потрібно оцінювати шляхом врахування імовірності вимушених і невимушених відмов складових і організму в цілому. Для цього можна використовувати відомі експериментальні значення характеристик безпомилковості середньостатистичної людини, тобто імовірності безпомилкового виконання нею виробничих функціональних дій шляхом їх окремого урахування у переліку подій та у «дереві ризиків» або введенням поправочних коефіцієнтів у значення можливих відмов.

#### Висновки

У результаті виконаного дослідження встановлено необхідність врахування у математичній моделі

визначення виробничого ризику рятувальників психофізіологічних характеристик людини-оператора шляхом введення у перелік подій, що призводять до виникнення аварійної ситуації, і у «дерева ризиків»

заподіяння шкоди здоров'ю працівника, окремо або у сукупності – вірогідності його вимушених та невимушених відмов (помилки), які виникають внаслідок втоми і стресових ситуацій.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Народжуваність і смертність в Україні. <http://geographer.com.ua/content/demografiya-z-minusom>
2. Чаплигін О. С. Підвищення безпеки ведення аварійно-відновлювальних та ремонтно-будівельних робіт в екстремальних ситуаціях: автореф. дис. канд. техн. наук.: спец. 05.26.01 «Охорона праці» / О. С. Чаплигін. – Дн-вськ, ПДАБА, 2014. – 24 с.
3. Чотири доби пожежі на нафтобазі під Києвом / Електронний ресурс <http://www.theinsider.ua/politics/pozhezha-na-naftobazi-pid-kiyevom-live/>
4. Das sattel konzept fur der Katastrophenhilfdienst des Bezirkes / Linz – Stand // Brands – chutz, 1997. – 51, № 9. – P. 688 – 692.
5. Адаменко М. І. Аварійно-рятувальні та аварійно-відбудовні роботи / М. І. Адаменко, О. В. Галета, І. Б. Федюк. – Х. : Харк. друк, 2002. – № 16 – 65 с.
6. Котченко Ю. В. Влияние конструкционных параметров высотных стендов подготовки спасателей на безопасное проведение занятий / Ю. В. Котченко, А. Д. Холопцев // Вестник СевГТУ. – 2005. – №67. – С. 126 – 130.
7. Касьянов Н. А. Совершенствование подготовки монтажников-высотников / Н. А. Касьянов, Н. Ю. Шлыков, В. Г. Чалый, А. С. Беликов // Сб. науч. тр. – Дн-вск: ПГАСА, 2007. – № 40. – С. 79 – 86.
8. Аветисян В. Г. Покращення умов праці рятувальників за рахунок використання пневмогумових підіймачів: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.26.01 «Охорона праці» / В. Г. Аветисян. – Харків: АЦЗУ, 2007. – 20 с.
9. Касьян О. І. Підвищення безпеки аварійно-відновлювальних робіт з ліквідації наслідків обвалення будівельних конструкцій: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.26.01 «Охорона праці» / О. І. Касьян. – Дн-вськ: ПДАБА, 2010. – 20 с.
10. Беликов А. С. Применение специальных средств ликвидации последствий при обрушении элементов конструкций, зданий и сооружений / А. С. Беликов, А. С. Чаплыгин, С. Ю. Рагимов, С. П. Дмитрюк // Строитво, материаловед., машиностроение. – Дн-вск: ПГАСА, 2013. – Вып. 71. Том 2. – С. 35 – 40.
11. Kasyanov Nikolay. The methods of modeling parameters of labor safety status perfection / Nikolay Kasyanov, Oksana Gunchenko, Dmitriy Vishnevskiy // ТЕКА. Com. Mot. i. Energ. Roln. – Lublin, 2010. – Vol. XA. – P. 234 – 242.

### REFERENCES

12. Narodzhuvanist' i smertnist' v Ukraini [Fertility and mortality in Ukraine]. <http://geographer.com.ua/content/demografiya-z-minusom> (in Ukraine).
13. Chaplygin O. S. Pidvyshhennja bezpeky vedennja avarijno-vidnovljuval'nyh ta remontno-budivel'nyh robit v ekstremal'nyh sytuacijah: avtoref. dys. kand. tehn. nauk.: spec. 05.26.01 «Ohorona praci» [Chaplygin A. Improving the safety of doing the repair and construction works in extreme situations: Author. Dis. candidate. Sc. .: sciences specials. 05.26.01 "Health"] / O. S. Chaplygin. – Dn-vs'k, PDABA, 2014. - 24 s. (in Ukraine)
14. Chotyry doby pozhezhi na naftobazi pid Kyjevom [Four days of fire on tank farms in Kyiv ] / Elektronnyj resurs <http://www.theinsider.ua/politics/pozhezha-na-naftobazi-pid-kiyevom-live/> (in Ukraine).
15. Das sattel konzept fur der Katastrophenhilfdienst des Bezirkes/Linz – Stand // Brands – chutz, 1997. – 51, № 9. – P. 688-692. (in English).
16. Adamenko M. I. Avarijno-rjatuval'ni ta avarijno-vidbudovni roboty [Emergency and rescue and emergency restoration works] / M. I. Adamenko, O. V. Galeta, I. B. Fedjuk. – H.: Hark. druk. № 16, 2002. – 65 s (in Ukraine).

17. Kotchenko Ju.V. Vlyjanye konstrukcyonnyh parametrov vysotnyh stendov podgotovky spasatelej na bezopasnoe provedenye zanjatyj [Effect parameters konstruktsyonnyh vysotnyh bench for the preparation of safe Conduct spasateley busy] / Ju.V. Kotchenko, A. D. Holopcev // Vestnyk SevGTU. – 2005. – №67. – S. 126-130 (in Russian).
18. Kas'janov N.A., Sovershenstvovanye podgotovky montazhnykov-vysotnykov [Improving the training of high-altitude installers] / N.A. Kas'janov, N.Ju. Shlykov, V. G. Chalyj, A.S Belykov // Sb. nauch. tr. – Dn-vsk: PGASA, 2007. – № 40. – S. 79 – 86 (in Russian).
19. Avetysjan V.G. Pokrashhennja umov praci rjatuval'nykiv za rahunok vykorystannja pnevmogumovyh pidijmachiv: avtoref. dys. ... kand. tehn. nauk: spec. 05.26.01 «Ohorona praci» [Improving working conditions by the use of rescue pnevmogumovyh Lifts: Author. Dis. ... Candidate. Sc. Sciences specials. 05.26.01 "Health"] / V.G. Avetysjan. – Harkiv: ACZU, 2007. – 20 s (in Ukraine).
20. Kas'jan O.I. Pidvyshhennja bezpeky avarijno-vidnovljuval'nyh robit z likvidacii' naslidkiv obvalennja budivel'nyh konstrukcij: avtoref. dys. ... kand. tehn. nauk: spec. 05.26.01 «Ohorona praci» [Increased security remediation activities in the aftermath of the collapse of building structures: Author. Dis. ... Candidate. Sc. Sciences specials. 05.26.01 "Health"] / O.I. Kas'jan. – Dn-vs'k: PDABA, 2010. – 20 s (in Ukraine).
21. Belykov A.S. Prymenenye specyjal'nyh sredstv lykvydacyy posledstvyj pry obrushenyy elementov konstrukcyj, zdanyj y sooruzhenyj [The use of special means of eliminating the consequences of the collapse at the structural elements of buildings and structures] / A.S. Belykov, A.S. Chaplygyn, S.Ju. Ragymov, S.P. Dmytrjuk // Stroyt-vo, materyaloved., mashynostroenye. – Dn-vsk: PGASA, 2013. – Vyp. 71. Tom 2. – S. 35-40 (in Russian).
22. Kasyanov Nikolay. The methods of modeling parameters of labor safety status perfection / Nikolay Kasyanov, Oksana Gunchenko, Dmitriy Vishnevskiy // TEKA. Com. Mot. i. Energ. Roln. – Lublin, 2010. – Vol. XA. – P. 234-242 (in English).

Поступила до редколегії 10.08.2016