

УДК 622+331.4

Статья / Article

© ПНИПУ / PNRPU, 2021

**Методологические проблемы проведения оценки профессиональных рисков на горнорудных предприятиях и их решение****К.А. Черный, Г.З. Файнбург, Е.А. Розенфельд**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет (Россия, 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29)

**Methodological Problems of Assessing Occupational Hazards at Mining Enterprises and Their Solution****Konstantin A. Cherny, Grigory Z. Fainburg, Ekaterina A. Rosenfeld**

Perm National Research Polytechnic University (29 Komsomolsky Prospect, Perm, 614990, Russian Federation)

Получена / Received: 25.03.2021. Принята / Accepted: 30.07.2021. Опубликовано / Published: 01.10.2021

**Ключевые слова:**

горнорудное предприятие, охрана труда и безопасность производства, оценка профессиональных рисков, понятийно-терминологический аппарат оценки риска, оценка риска, оценивание риска, опасность, носитель опасности, источник опасности, профессионально значимая опасность, матричный метод, вербальное ранжирование, вербально-балльное ранжирование, уровень профессионального риска, степень приоритетности риска, опасности и риски.

**Keywords:**

mining enterprise, labor protection and production safety, occupational hazard assessment, conceptual and terminological apparatus of risk assessment, risk assessment, risk evaluation, hazard, hazard carrier, hazard source, occupationally significant hazard, matrix method, verbal ranking, verbal-point ranking, occupational hazard level, risk degree of priority, hazards and risks.

Рассматриваются актуальные проблемы методологии проведения оценки профессиональных рисков, являющейся неотъемлемой частью риск-ориентированного подхода к управлению охраной труда и безопасностью производства на горнорудных предприятиях. Разнообразие горно-геологических и горнотехнических условий подземной добычи полезных ископаемых неизбежно требует создания адекватных и эффективных методов оценки риска, на которой затем строятся все способы технического и организационного управления охраной труда и безопасностью производства.

Добровольность и вариативность процедур оценки риска в международной практике и обязательность детального регламентирования в российской практике, а также сложность этой новой для практики российских горнорудных предприятий целевой задачи, осознание и решение которой только начаты специалистами, обусловили не только отсутствие общепризнанных методов оценки риска, но и методологии их разработки применительно к условиям труда на горнорудных предприятиях России. На основе критического анализа структуры и содержания опасностей и рисков на подземных горнорудных предприятиях сформулированы методологические приемы построения действенных методик оценки рисков. Основное внимание уделено оценке профессиональных рисков анатомического травмирования или острого ингаляционного отравления.

Осуществлен детальный пошаговый анализ развития неблагоприятного события – несчастного случая в ходе выполнения работающим лицом своей трудовой функции. За исходный пункт взято понятие «свойство» производственной среды и трудового процесса, способное при случайном контактом воздействию на организм работающего персонала причинить вред различной степени тяжести, вплоть до смерти пострадавшего.

Показано, как логически связанные между собой понятия «опасность», «профессионально значимая опасность», «носитель опасности», «источник опасности» позволяют построить ясную процедуру идентификации профессионально значимых опасностей и логично осуществить процедуру оценки риска, включая оценивание различных типов риска по их уровню (степени) допустимости и приоритетности принятия управленческих решений и защитных мероприятий.

Статья раскрывает сущность проблемы и дает примеры построения конкретных методик, выявляя и преодолевая «узкие места» оценки рисков на горнорудных предприятиях.

Результаты исследования применены на практике и могут быть рекомендованы специалистам при проведении оценки профессиональных рисков на горнорудных предприятиях.

Current problems of the methodology for assessing occupational hazards, which is an integral part of the risk-oriented approach to the occupational and industrial safety management at mining enterprises, are considered.

The variety of mining-geological and mining-technical conditions of underground mining inevitably requires the development of adequate and effective methods of risk assessment, on which all future methods of engineering and organisational occupational and industrial safety management are structured.

The voluntariness and variability of risk assessment procedures in international practices and the obligation of detailed regulation in Russian practice, as well as the complexity of this new target for the practice of Russian mining enterprises, the recognition and solution of which by specialists have just begun, led not only to the lack of generally recognised risk assessment methods, but also to the methodology of their development in relation to labour conditions at Russian mining enterprises.

Based on a critical analysis of the structure and content of hazards and risks at underground mining enterprises, methodological techniques for constructing effective risk assessment methods have been formulated. The main attention is paid to the assessment of occupational hazards of anatomical injury or acute inhalation poisoning.

A detailed step-by-step analysis of any occurred adverse event (an accident in the course of a working person's performance of his/her labor function) has been carried out. Originating point is the concept of working environment and labor process "property", which may cause harm of varying severity, up to the death of the affected person, in case of accidental contact effects on the employee's body.

It is shown how the logically related concepts of "hazard", "occupationally significant hazard", "hazard carrier", "hazard source" allow us to build a clear procedure for identifying occupationally significant hazards and to logically carry out the procedure for risk assessment, including the assessment of various risk types by their level (degree) of admissibility and priority of making management decisions and protective measures.

This article reveals the essence of the problem and provides examples of drawing the specific methods, identifying and overcoming the "bottlenecks" of risk assessment at mining enterprises.

The study results are applied practically and can be recommended to specialists when assessing occupational hazards at mining enterprises.

**Черный Константин Анатольевич** – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности» (тел.: +007 (902) 479 12 11, e-mail: [chernyy\\_k@mail.ru](mailto:chernyy_k@mail.ru)). Контактное лицо для переписки.

**Файнбург Григорий Захарович** – доктор технических наук, профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» (тел.: +007 (912) 582 49 78, e-mail: [faynburg@mail.ru](mailto:faynburg@mail.ru)).

**Розенфельд Екатерина Алексеевна** – аспирант кафедры «Безопасность жизнедеятельности» (тел.: +007 (952) 337 71 62, e-mail: [Kitten8989@list.ru](mailto:Kitten8989@list.ru)).

**Konstantin A. Cherny** (Author ID in Scopus: 52663143700) – Doctor of Engineering, Associate Professor, Head of the Life Safety Department (tel.: +007 (902) 479 12 11, e-mail: [chernyy\\_k@mail.ru](mailto:chernyy_k@mail.ru)). The contact person for correspondence.

**Grigory Z. Fainburg** (Author ID in Scopus: 5721791724) – Doctor of Engineering, Professor of the Mineral Deposit Exploitation Department (tel.: +007 (912) 582 49 78, e-mail: [faynburg@mail.ru](mailto:faynburg@mail.ru)).

**Ekaterina A. Rosenfeld** – Postgraduate Student of the Life and Safety Department (tel.: +007 (952) 337 71 62, e-mail: [Kitten8989@list.ru](mailto:Kitten8989@list.ru)).

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Черный К.А., Файнбург Г.З., Розенфельд Е.А. Методологические проблемы проведения оценки профессиональных рисков на горнорудных предприятиях и их решение // Недропользование. – 2021. – Т.21, №4. – С.193–200. DOI: 10.15593/2712-8008/2021.4.8

Please cite this article in English as:

Cherny K.A., Fainburg G.Z., Rosenfeld E.A. Methodological problems of assessing occupational hazards at mining enterprises and their solution. *Perm Journal of Petroleum and Mining Engineering*, 2021, vol.21, no.4, pp.193-200. DOI: 10.15593/2712-8008/2021.4.8

## Введение

Переход правоприменительной практики выполнения обязательных требований в сфере охраны труда и безопасности производства на риск-ориентированный подход к выбору управленческих решений, новизна большого ряда требований новых нормативных документов «регуляторной гильотины», состоявшейся 1 января 2021 г., а также нового X раздела «Охрана труда» Трудового кодекса РФ, вступающего в силу с 1 марта 2022 г., вскрыли целый пласт методологических проблем корпоративного управления охраной труда и безопасностью производства, связанных, в частности, с отсутствием общепризнанных в Российской Федерации методов выявления, анализа и оценки профессиональных рисков, самого большого по числу случаев, но и самого вариативного, типа риска на горнорудных предприятиях.

Такая вариативность типов риска, накладываясь на разнообразие содержания и характера условий труда, связанного с разнообразием ситуаций при подземном ведении горных работ, процессов обогащения добытой руды, логистики многотоннажной продукции требует адекватной вариативности методов выявления, оценки и анализа риска.

Это означает, что исходным пунктом разработки различных методов и объединения их в системно связанный комплекс для российских горнорудных предприятий является единая научно обоснованная методология, измененная в рамках русскоязычного понятийно-терминологического аппарата.

Изложению результатов создания именно такой методологии и посвящена настоящая статья.

## Методы исследования проблемы

Основной задачей исследования является построение единой методологической концепции сущности, места и роли профессиональных рисков среди всех рисков деятельности горнорудного предприятия, что позволило бы упорядочить применение разнообразных методов оценки и анализа риска применительно к оценке профессиональных рисков, являющихся подсистемой системы управления охраной труда.

Теоретический анализ реальности, критический анализ опубликованных работ и нормативных правовых актов, стандартов различного уровня: международных, межгосударственных, национальных российских, а также осмысления практического опыта авторов по разработке и внедрению документов проведения оценки профессиональных рисков на ряде предприятий легли в основу идеологии данной работы.

Исследование было нацелено на создание (помимо методологии) понятных и ориентированных на практику методик оценки и оценивания риска.

Влияние взаимосвязи нормативных правовых требований и технических проблем на методологию оценки профессиональных рисков

В настоящее время риск-ориентированный подход к управлению безопасностью предприятий развит в горнорудной отрасли промышленности в основном в рамках промышленной безопасности [1–4].

Инновации недавно принятого Федерального закона «Об обязательных требованиях в Российской Федерации» от 31 июля 2020 г. № 247-ФЗ выстроили новую концепцию формирования государственного регулирования, в том числе в сфере охраны труда и безопасности производства, опирающуюся на риск-ориентированный подход и «обязательные требования» на основе понятия «риск причинения вреда». Важной инновацией стало то, что отныне обязательные требования охраны труда, к которым относится проведение оценки профессиональных рисков, закрепленные новой редакцией Трудового кодекса РФ, должны быть аргументированы и исполнимы.

В российском законодательстве и в практических методах эта задача до конца решена только для так

называемых «вредных производственных факторов» средствами специальной оценки условий труда (СОУТ) в рамках действующей системы гигиенического нормирования [5, 6].

Вопросы оценки профессионального риска гораздо более распространенных событий анатомического травмирования и острых ингаляционных отравлений (характерных для подземных работ горнорудной промышленности) остаются пока до конца не решенными (см, например, [7–15]).

Поэтому вместо общепризнанных за рубежом методик оценки риска (Risk Assessment) используются традиционные подходы статистического и/или монографического исследования общей ситуации в отрасли и конкретных случаев травматизма [16–19].

Ситуация осложняется тем, что имеющийся за рубежом опыт оценки риска (risk assessment) [20] в рамках охраны труда (occupational health and safety) [21, 22] всех занятых трудом у организатора производства лиц не может быть скопирован и перенесен на российские условия управления, поскольку оценка риска за рубежом – процедура широкая, добровольная и ее рекомендации носят скорее концептуальный характер, в то время как в Российской Федерации оценка профессионального риска является обязательной, касается только работников, работающих по трудовому договору, и детально регламентируется с соответствующей ответственностью в виде штрафных санкций [23, 24].

Вместе с тем правовое ужесточение общих обязательных требований и их регламентации сопровождается утверждением права работодателя на разработку собственных «технических» методик оценки и их вариативного применения, что становится особенно актуальным в отсутствии технически грамотных разработок, применимых на практике, а также методологии их самостоятельной разработки организатором производства.

Процедура оценки профессионального риска входит в корпоративное управление [25, 26], одновременно регулирующее, во-первых, трудовую деятельность работников, а во-вторых, производственно-экономическую деятельность организатора производства.

С одной стороны, процедуры корпоративного управления исходят из обязательных требований законодательства, а с другой стороны – их реализация на практике опирается на естественнонаучные законы природы и техники. Эта двойственность деятельности, имеющей правовую и техническую составляющие свойственна и оценке риска.

Хотя, в конечном итоге, всех акторов охраны труда (работников, работодателей, государство) интересуют профессиональные риски утраты трудоспособности и результаты их реализации – несчастные случаи на производстве и профессиональные заболевания, но оценка этих профессиональных рисков утраты трудоспособности базируется на оценке риска воздействия опасностей (включая вредности), поражающий потенциал которых при определенных условиях способен привести к утрате трудоспособности.

## Формирование сущности опасностей и рисков механизмами неблагоприятного события на производстве

Для понимания причинно-следственных связей имеющихся на горнорудном производстве опасностей и рисков их воздействия, а также результатов их воздействия в виде профессиональных рисков утраты трудоспособности рассмотрим более детально механизмы свершения неблагоприятных событий.

Заметим, что в русскоязычном советском и российском профессиональном дискурсе использовалось и используется понятие «вредные и опасные производственные факторы». При этом вредные факторы могут переходить в опасные, а опасными называются такие факторы, которые приводят к травме или смерти пострадавшего. Исчерпывающая

классификация этих факторов по природе их воздействия на организм человека приведена в межгосударственном стандарте ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», разработанном с нашим ведущим участием.

Понятие «опасность» введено в нормативные акты лишь новой редакцией Трудового кодекса РФ (вступит в силу 1 марта 2022 г.), но, к сожалению, определено там не совсем корректно: «опасность – потенциальный источник нанесения вреда, представляющий угрозу жизни и (или) здоровью работника в процессе трудовой деятельности».

В данном определении, как и во многих других, «опасность» увязывается с источником причинения вреда, угрожающим жизни и здоровью, причем «потенциально». Такое определение или аналогичное ему, как показала наша практика, плохо понимается при идентификации опасности на конкретных рабочих местах.

Наше определение опасности базируется на анализе реальности и опирается на то, что материальный мир производства состоит из объектов и процессов их взаимодействия. Все они (объекты и процессы) обладают определенными свойствами, которые мы используем, например энергию разрушения горной породы зубками режущего органа комбайна, или от которых мы не смогли избавиться, например суфлярное выделение горючих газов, в рамках современного горного производства.

Те неотъемлемо присущие объектам и процессам свойства, которые при определенных обстоятельствах, зачастую случайных и почти не предсказуемых, могут «причинить вред» работающим, следует назвать «опасностями», в чем мы и убеждены.

Мы не будем приводить здесь множество опубликованных в научных статьях и сформулированных в нормативных документах определений опасности, которые приписывают опасности различные характеристики, но не учитывают то, что опасность – это свойство объектов и процессов реального мира, способное причинить вред (для профессиональных рисков надо дописать: организму занятого на производстве персонала вплоть до утраты трудоспособности или смерти пострадавшего).

Это, казалось бы, чисто терминологическое определение понятия «опасность» является очень важным в методологическом плане для оценки риска, поскольку объективизирует и конкретизирует опасность, соотносит ее со свойствами технологического процесса. Такое определение превращает понимание «опасности» не в виде размытой для восприятия и зачастую неясной для оценщика потенциальной «угрозы», а в реальное конкретное свойство производственной среды и трудового процесса – условий труда, которое можно выявить в рамках идентификации опасностей.

Такое определение, и это показывает наша практика, позволяет сделать идентификацию опасностей ясной и четкой процедурой выявления наличия/отсутствия свойств производственной среды, трудового процесса, оборудования, инструмента, материалов, сырья и конечных продуктов (особенно химического синтеза), а также «личностных свойств» персонала, так называемого «человеческого фактора».

Поскольку все вышеперечисленные свойства различны в штатных, нештатных (при инцидентах) и аварийных условиях труда занятого на производстве персонала, оценка риска должна осуществляться во всех этих состояниях. При этом поиск будет сосредоточен на поиске новых свойств, представляющих новые опасности для работающего персонала.

Следующим важным методологическим приемом идентификации опасностей является выявление «носителей опасности». Выше мы уже определили, что опасность – это свойство, характерное для того или иного объекта и процесса взаимодействия этих объектов. Например, токсичность – серьезное неблагоприятное свойство многих химических веществ, которые являются носителями этого свойства. Без конкретного вещества понятие токсичности – абстракция.

Эвристическая важность введения понятия «носитель опасности» для оценки риска проистекает из конкретности этого понятия, ибо защита человека труда идет не от токсичности (она неустранима), а от попадания в организм (или на его кожу и/или слизистые покровы) химического вещества, обладающего токсичностью. С самой токсичностью можно бороться только после попадания химического вещества в организм человека, например введением антидота, но оценка риска нужна не для лечения пострадавшего, а для профилактики воздействия данного химического вещества на организм работающего человека.

Анализ реальных ситуаций на конкретных рабочих местах горного производства показывает, что помимо «носителя опасности» важную роль играют «источники опасности», в которых, как правило, и находятся «носители опасности», например пар, свойство которого – высокая температура – представляет опасность, находится как носитель опасности в источнике – паропроводе.

Практика показала, что даже такие выше введенные нами понятия (лишь небольшие нюансы дискурса) идентификации опасностей способны сделать для практиков процедуру оценки риска из непонятной и заумной достаточно ясной и четкой, а главное, с минимальным налетом субъективизма оценки. Лицо, идентифицирующее опасность, использует классификатор опасностей, и начинает поиск по соответствующим «источникам» и «носителям», что вполне доступно, понятно и однообразно.

Если носитель опасности вышел из источника, что само по себе происходит случайно, то он может воздействовать на организм работающего человека и причинить ему вред.

Классическим является определение риска как сочетания возможности воздействия и тяжести последствий (результата) [27]. В этом определении ключевым является понятие «сочетание», вид которого, кстати говоря, неизвестен. Логика последовательного развития идеи сочетания двух критериев без уточнения сущности этого сочетания приводит к простейшему матричному методу представления риска, поскольку элементарным сочетанием является графическое ячеечное пересечение градаций двух шкал ранжирования: возможности воздействия, значимости последствий.

### Особенности оценки и оценивания риска

Оценкой риска (Risk Assessment) называется [28, 29] общая процедура выявления опасностей и рисков их воздействия и определения «профессионально значимых опасностей» и рисков их воздействия.

В нашей стране существует достаточно распространенное мнение, что «величину» риска, его «серьезность», «магнитуду» можно рассчитать. И хотя закон говорит об «оценке риска», дискурс пестрит привлекательными словами – «расчет риска». Объективным условием для появления такого, увы, ошибочного мнения является следующее.

Профессиональные риски составляют часть трудовой деятельности персонала, своими трудовыми функциями «живого труда» реализующими производственные функции технологического процесса, являющейся частью производственной деятельности работодателя, которая в свою очередь является частью экономической деятельности хозяйствующего субъекта права.

Для него результаты экономической деятельности в целом и значимее, и серьезнее по своим экономическим показателям (масштабам дохода или ущерба), чем успехи/неуспехи производственной деятельности. Мерилом таких показателей является количественная мера – количество тех или иных денежных единиц. Поэтому экономическими (и финансовыми) рисками предпринимательской деятельности начали заниматься давно, а возможность оперирование «числом» породила представление о возможности количественного «расчета риска». Это тем более правомерно, что суммарный ущерб/доход равен сумме ущербов/доходов и т.п., поскольку все критерии эффективности экономической деятельности

по возможности построены на количественной основе или имеют свои количественные «индикаторы».

Аварии и инциденты производственной деятельности в своем экономическом эквиваленте существенно значимее (больше), чем соответствующие события – опасные происшествия или несчастные случаи – трудовой деятельности, а потому всем известно внимание к профилактике аварий и инцидентов. А поскольку неблагоприятные события производственной деятельности связаны с функционированием техники и технологий, но на первое место выходят проблемы надежности с ее вероятностными методами и расчетом.

Опыт и традиции этих сфер (экономической и производственной) доминируют над попытками самоопределения методов оценивания профессиональных рисков, для которых никакие расчеты напрямую невозможны, а оценивание существует в рамках методов вербального или вербально-балльного ранжирования.

Вербальный метод ранжирования использует шкалу порядка и шкалу наименований, вербально (словесно) формулируя каждую градацию (ранг, уровень, степень, магнитуду, индекс, ячейку, интервал) шкалы ранжирования.

Вербально-балльный метод ранжирования помимо вербального описания градаций, не отличимого от описания вербальным методом, дополнительно присваивает каждой градации некоторое условно выбранное число баллов, а затем пытается оперировать с баллами как с числами. Классикой таких методов является метод Файна – Кинни [30, 31].

#### Вербальная формулировка сущности градаций при оценке риска

Существенным в ранжировании является выбор содержания «градации». Оно должно отличаться от других градаций, и несложно идентифицироваться на практике. Кроме того, оно должно быть написано ясно и понятно для оценщика.

Огромный ущерб практикам приносит возможность найти и скачать из Интернета уже готовую шкалу рисков. Взятая не критически, зачастую ошибочная, она позволяет лишь формально выполнить «оценку профессионального риска», требуемую законодательством.

Для градации значимости неблагоприятного события несложно использовать хорошо известные и различающиеся по тяжести события типы несчастных случаев или заболеваний, связанных с работой. Существенные различия научных критериев ранжирования и юридически закрепленных норм ставят оценщика перед выбором, обосновать который полностью и рационально, видимо, не удастся никогда.

В общем случае выбор научно обоснованных критериев ранжирования для случая оценивания значимости риска анатомического травмирования или острого токсического поражения таков: нет повреждений; микроразрушения, не влекущие утраты трудоспособности; кратковременная утрата трудоспособности; длительная утрата трудоспособности; стойкая утрата профессиональной трудоспособности; стойкая утрата общей трудоспособности; смерть пострадавшего. Эта шкала является достаточно полной, детальной и рациональной, но ограничивает оценщика в сравнении своих результатов с результатами других оценщиков, поскольку, увы, не является общепринятой. Используя ее исследователь может располагать только данными, полученными по этой шкале. К сожалению, все исследователи стремятся создать свою шкалу, преобразовав известные шкалы из Интернета.

Наша практика показала необходимость выбрать градации ранжирования на основе применяемых органами власти критериев значимости различных неблагоприятных событий анатомического травмирования и острого токсического отравления: неучтенные несчастные случаи, включая микроразрушения; несчастные случаи легкой

степени тяжести повреждения здоровья на производстве; несчастные случаи тяжелой степени тяжести повреждения здоровья на производстве; смертельные несчастные случаи на производстве; групповые несчастные случаи на производстве.

При чтении вышенаписанного ряда градаций хорошо видны тяжеловесность формулировок, некоторая алогичность и «неравномерность» этих ориентированных на практику градаций, однако этими погрешностями приходится пренебречь. Дело в том, что именно по этим градациям собрана репрезентативная статистика, которую можно ввести в научный оборот, что и делает предложенную выше систему градаций ранжирования профессиональных рисков травмирования приемлемой для широкого практического внедрения.

К сожалению, оценка профессиональных рисков, связанных с воздействием вредных производственных факторов, ведется по-иному и жестко регулируется законодательством о специальной оценке условий труда (СОУТ), а также СанПиН Роспотребнадзора. Эти оценки построены на совершенно других принципах, хорошо научно и статистически обоснованы, но пригодны только для прогноза потери здоровья, например слуха, при длительном постоянном воздействии [32–39], и их результаты практически невозможно инкорпорировать в общую оценку профессиональных рисков. Приходится исходить из того, что это иной тип профессиональных рисков, и учитывать результаты их оценки на завершающих этапах общей процедуры оценки риска (risk assessment).

Обратим внимание, что использование таких распространенных градаций, как «катастрофические последствия», «массовое поражение» и т.п., годится лишь для оценки производственных (или военных) рисков, но не для профессиональных. Да, такие ситуации в принципе случаются, например, взрыв на угольной шахте в Китае когда-то унес более 1500 жизней. Но с позиции профилактики взрывов речь идет о предотвращении взрыва, даже если он унесет жизнь только одного рабочего (так бывает на калийных рудниках).

Определение градаций «возможности» воздействия опасности на организм человека кажется формально несложным, но в сущности является очень трудным. Именно здесь вся вариативность обстоятельств проявляет свою вероятностную природу, описать которую детально, да еще в терминах привычных и наглядных оценщику риска непросто.

Написать ряд градаций шкалы возможности типа: практически никогда, очень редко, редко, часто, очень часто, постоянно – несложно. Но вот как определить эти градации на практике единообразным способом, ибо неясно, что они означают?

Например, травмирование рабочего на одном и том же рабочем месте не может быть постоянным или частым, поскольку после первого же случая условия труда должны быть улучшены так, чтобы событие никогда не повторилось. Переформулировка этого же содержания словами типа: ежесменно, еженедельно, ежемесячно – сразу же вызывает вопрос: что делает служба охраны труда, почему персонал постоянно травмируется?

Конечно, несчастный случай определенной степени тяжести в принципе может повториться, но уже в других условиях труда других работников, так как каждый несчастный случай в чем-то уникален. Для оценки риска на рабочем месте такие градации не годятся. Они вызывают недоумение у оценщиков. Их можно использовать для общей картины в отрасли, стране, в мире. Но для конкретной профилактики риска на конкретном рабочем месте они ничего не дают, ибо надо знать, какая опасность и как или почему смогла воздействовать на работающего и вызвала данные последствия у пострадавшего.

Понятие «редко» широко применяется в обиходном дискурсе, но для оценивания возможности/вероятности профессионального риска его надо формализовать, придать какое-то «критериальное содержание».

Например, реальная статистика для смертельных случаев показывает реализацию 1–5 случаев на 100 тыс. работающих за год в Европе, 1–2 случая на 10 тыс. работников в России. Это примерно в 100 раз чаще, чем принимаемая (по психологическим мотивам) за практический нуль величина в 1 случай на 1 млн возможностей в год.

Однако применять критерий «редкости» для смертельных несчастных случаев на производстве нельзя для несчастных случаев другой степени тяжести. Известно, что случаев несмертельного травматизма значительно больше, а это значит, что критерий «редкости» иной [40].

Это значит, что для каждой градации значимости (тяжести) существует свой критерий «критической частоты» событий и в целом для риска одного критерия будет мало, нужна палитра критериев.

Повторим, что зачастую для оценки возможности записывают такие формулировки, как: событие происходит: постоянно, ежемесячно, еженедельно, ежемесячно, несколько раз в месяц, раз в полгода, раз в год, раз за три года, раз за десять лет и т.п. Такие формулировки кажутся понятными, но вопрос: где происходят эти события – на предприятии с 10 тыс. рабочих мест или на одном рабочем месте для одной опасности, например, обрушения горных пород. Да, на большом предприятии редко, но происходят такие события, поскольку всего всегда не предусмотреть, и чуть-чуть повышенная трещиноватость, вызванная горным давлением, и не видимая глазу, приводит к внезапному падению «закола». Но как оценить это для забоя? Чрезвычайно редко, но возможно?

Вышесказанное позволяет сделать вывод, что классическое оценивание, построенное на статистике «редкости» событий, работает не совсем корректно, а значит не позволяет получать объективную информацию. Это вызвано тем, что такая оценка профессионального риска привязана не к возможности воздействия, а к возможности определенных последствий воздействия, а это не одно и то же.

Мы считаем, что для оценивания именно возможности воздействия опасности нужно строить шкалу возможности по-другому.

В нашей практике мы используем следующую шкалу: практически невозможно; возможно, но маловероятно; возможно в типичных обстоятельствах; возможность высокая (и ограничивается только строгим выполнением всех технологических регламентов, приемов безопасного труда и требований правил охраны труда).

Важным методологическим вопросом является определение числа градаций, размещаемых на шкале порядка. Кажется, что это число произвольно. С позиции формирования самой по себе шкалы – это может быть любое количество, но с точки зрения оценщика – очень небольшое количество, которое удастся идентифицировать на практике.

Классикой являются три градации – явно различимые две крайних – условно «низкая» и «высокая» и плохо различимая на практике средняя.

При необходимости среднюю градацию можно разделить еще раз на три градации, и всего получится пять градаций.

Практика показала, что 3–5 градаций каждой шкалы вполне достаточно для оценивания риска.

### Вербально-балльное ранжирование при оценке риска

Построив вербальные градации шкалы значимости и шкалы возможности, мы можем приписать каждой градации некоторое число – балл.

Использование баллов для различных компонент риска позволяет перейти к некоторому индексу риска, также выраженному в баллах. В ряде случаев это оказывается удобным, главное, не выйти за пределы условности баллов, не поверить в силу арифметических действий с ними.

При введении баллов следует понимать, что градации расположены неравномерно, и, например, их нумерация (или ранги) 1, 2, 3, 4, 5 и т.п. не отражает реальную разницу оцениваемых градаций. Практика показала, что более

целесообразно описывать разницу тяжести последствий близкой к их наблюдаемым частотам, т.е. не менее как: 1, 10, 100, 1000, 10 000.

Цифра «1» хороша тем, что при ее перемножении на любую другую величину она не меняет последнюю. Нарастание ряда нужно для того, чтобы числа психологически были различны, ибо они лишь условное обозначение в баллах места разных градаций на шкале ранжирования.

Сложности обобщения ранжирования по разным шкалам были ясны еще полвека назад, когда Файн, а затем Кинни присвоили каждой градации (рангу, степени, уровню) измеряемой качественной переменной условный балл и стали вычислять некий названный ими «расчетным» риск в виде простейшей формулы (см., например, работы [41–44]):

$$R = L \cdot S,$$

где  $R$  – расчетный риск в баллах;  $L$  – возможность воздействия опасности, в баллах;  $S$  – значимость последствий воздействия опасности на организм работника, в баллах (выбор обозначений связан с наименованием риска, возможности и значимости на английском языке  $R$  от Risk,  $L$  от Likelihood (возможность),  $S$  от Severity (тяжесть)).

Особенности матричного метода, влияющие на его достоверность

Сама по себе матрица представляет собой таблицу. Несмотря на простоту своей формы, матрица риска несет в себе огромное содержание, и любые погрешности «методики» могут привести к ошибкам метода, и процедуры оценки риска в целом (см, например, [45–49]).

Возможности графического построения матрицы многовариантны (рисунок).

Классика расположения координат в нуле шкалы, распространяющейся от 0 к бесконечности, традиционна, обуславливает аналогичность построения матрицы риска. Однако такое построение матрицы сосредоточивает все внимание на нижний левый угол, т.е. на низкие уровни риска. Практика показала, что целесообразно строить матрицу иначе.

Есть два варианта сформировать матрицу. Первый – обе шкалы матрицы строятся от максимума к нулю, причем по вертикали вниз идет шкала тяжести последствий, а по горизонтали – шкала возможности реализации такого события.

Второй вариант состоит в строительстве вертикали (тяжести последствий) от 0 до максимума, а возможности располагаются по горизонтали от максимума к нулю.

В итоге выбор вида матрицы риска обусловлен психологией восприятия ее создателя, что и нужно учитывать новым исследователям.

Вид матрицы произволен, но в одном случае это позволяет получать более достоверную информацию, а в другом – достичь этого сложнее, если не невозможно.

Обратим внимание на то, что при матричном методе из поля зрения многих оценщиков ускользает тот факт, что данное рассматриваемое воздействие опасности еще должно неизбежно приводить к данным последствиям. А потому риск является не просто сочетанием возможности и значимости, а возможностью именно такого и только такого воздействия, которое может привести к рассматриваемому последствию.

Для уточнения этого вопросу нужно посмотреть на всю эту процедуру не в последовательности развития события, а в обратной последовательности, исходя из конечного результата последствий с оценкой возможности «может или не может» это произойти.

Если бы мы исследовали событие наглядным методом «галстук – бабочка», то шли бы не слева направо от причин к следствиям, а справа налево – от следствий к причинам.

Именно этот методологический прием позволяет определить и понять, что для фиксированного результата (например, получения легкой травмы при воздействии данной опасности) риск по сути становится не «сочетанием», трудным для восприятия исследователя, а чистой «возможностью» данного события.

Бал категории вероятности	Бал категории последствий			
	S = 1	S = 2	S = 3	S = 4
L = 4	R = 4	R = 8	R = 12	R = 16
L = 3	R = 3	R = 6	R = 9	R = 12
L = 2	R = 2	R = 4	R = 6	R = 8
L = 1	R = 1	R = 2	R = 3	R = 4

Бал категории вероятности	Бал категории последствий			
	S = 1	S = 2	S = 3	S = 4
L = 5	R = 5	R = 10	R = 15	R = 20
L = 4	R = 4	R = 8	R = 12	R = 16
L = 3	R = 3	R = 6	R = 9	R = 12
L = 2	R = 2	R = 4	R = 6	R = 8
L = 1	R = 1	R = 2	R = 3	R = 4

Бал категории вероятности	Бал категории последствий							
	S = 1	S = 2	S = 3	S = 4	S = 5	S = 8	S = 10	
L = 6	R = 6	R = 12	R = 18	R = 24	R = 30	R = 48	R = 60	
L = 5	R = 5	R = 10	R = 15	R = 20	R = 25	R = 40	R = 50	
L = 4	R = 4	R = 8	R = 12	R = 16	R = 20	R = 32	R = 40	
L = 3	R = 3	R = 6	R = 9	R = 12	R = 15	R = 24	R = 30	
L = 2	R = 2	R = 4	R = 6	R = 8	R = 10	R = 16	R = 20	
L = 1	R = 1	R = 2	R = 3	R = 4	R = 5	R = 8	R = 10	

Бал категории вероятности	Категория последствий			
	S = 1	S = 2	S = 3	S = 4
L = 3	R = 6	R = 9	R = 11	R = 12
L = 2	R = 3	R = 5	R = 8	R = 10
L = 1	R = 1	R = 2	R = 4	R = 7

Обозначение категории вероятности	Обозначение категории последствий			
	S1	S2	S3	S4
L5	R = 13	R = 7	R = 3	R = 1
L4	R = 16	R = 9	R = 5	R = 2
L3	R = 18	R = 11	R = 6	R = 4
L2	R = 19	R = 14	R = 10	R = 8
L1	R = 20	R = 17	R = 15	R = 12

Рис. Примеры возможного балльного ранжирования риска в матрицах: а–в – ранг риска получен путем умножения порядковых номеров категорий вероятности и последствий; в – адаптировано согласно [50]; г – ранг риска получен путем сложения порядковых номеров категорий вероятности и последствий; д – ранг риска определен путем диагонального выделения 12 возможных числовых значений; е – ранг риска определен разработчиками матрицы (адаптировано согласно [51])

Такое уточнение существенно упрощает процедуру оценки, поскольку оценщик оценивает теперь не наиболее вероятное сочетание, а некоторую вероятность «возможности» реального события, что ближе к практике. Сама оценка становится яснее и четче, проще, но является более трудоемкой, ибо вместо одного выбора из всего спектра градаций возможности и значимости мы должны сделать выбор градации возможности для каждой градации значимости, что в разы (как правило, в 4–5 раз) повышает трудоемкость.

**Риск травмирования работника или риск травмирования на рабочем месте**

Любое неблагоприятное событие рассматривается в охране труда и безопасности производства с двух позиций. Во-первых, с позиции профилактики этого события, для чего работодатель и должен произвести оценку риска воздействия опасности, способной причинить вред пострадавшему, а во-вторых, с позиции компенсации причиненного вреда пострадавшему причинителем вреда.

Конечно, утрата трудоспособности или смерть происходит с пострадавшим, и именно для его защиты нужно знать профессиональный риск работника. Однако исторически так сложилось, что оценка профессионального риска рассматривается для «рабочего места», на котором могут трудиться несколько человек, причем свою нехорошую лепту в эту ситуацию внес перевод англоязычного workplace, которое означает юридическое «место работы», а не физическую рабочую зону местонахождения во время работы.

Усиленное внимание на условия труда на рабочем месте маскирует реализованное в СОУТ как вида оценки профессионального риска то обстоятельство, что работник перемещается по территории и по пространству производственных объектов работодателя минимум два раза,

приходя на работу и уходя с работы. А многие работники, например дежурные электрики или ремонтники, или наладчики, вообще не имеют постоянного рабочего места, перемещаясь во всем контролируемым работодателем объектам – временным рабочим местам.

Именно это обстоятельство необходимо учесть при оценке профессионального риска, поскольку в него входят риски падения при перемещении работников. Если посмотреть на результаты оценки профессиональных рисков, то риски травмирования при падении при перемещении отмечают почти все опрошенные.

Более того, вопрос предотвращения групповых несчастных случаев при монографическом анализе травматизма сводится к вопросу: где может пострадать сразу группа людей? Ответ понятен: там, где собирается группа работников, или во время аварии, охватывающей более одного рабочего места. Например, при пожаре, при взрыве, при обрушении кровли горных выработок и т.д. и при перемещении: в автобусе, в клети, в вагонетках подземного рельсового транспорта и т.п.

Оценку профессионального риска этих ситуаций нужно рассматривать отдельно, специально, специальными методами монографического исследования и в конкретной увязке с конкретными обстоятельствами, дополнительно к классической оценке опасностей на постоянном рабочем месте.

**Риск как инструмент приоритетности действий по управлению им**

Классическая методика оценки риска завершается оцениванием его допустимости для решения вопроса о дальнейшей работе с выявленными рисками. Наша практика показывает, что оценивание риска фактически используется для оценки степени приоритетности разработки и внедрения мероприятий по предотвращению определенного типа событий (несчастных случаев на производстве).

Таким образом, хотя действующие требования нормативных актов (например, Типового положения о СУОТ) нацеливают оценщика риска на оценку профессионального риска всех идентифицированных опасностей (которых порядка сотни на каждом рабочем месте производственных цехов), реальная логика процесса приводит к оценке степени приоритетности разработки мероприятий и их внедрения для улучшения условий труда на рабочем месте, снижения уровня профессиональных рисков.

Поэтому после оценивания риска (фактически возможности для фиксированного последствия) для каждой градации тяжести последствий, определяется его допустимость и приоритетность управления.

Мы считаем обоснованным для практического использования следующую шкалу приоритетности риска:

– риск высокого приоритета – это недопустимый на практике риск, в отношении которого в обязательном и первоочередном порядке должны быть реализованы меры по управлению;

– риск повышенного приоритета – допустимый на практике риск допущенного (принятого) организацией уровня ALARP / ALARA [52]; это риск, в отношении которого не требуется срочная реализация мер по управлению, но он должен находиться под постоянным внимательным контролем, а условием допуска персонала к выполнению производственных операций данного риска является строгое соблюдение всех ранее определенных и реализованных мер и требований безопасности;

– риск стандартного приоритета – допустимый риск, не требующий особого внимания, для которого поддерживается принятая и уже реализованная система мероприятий по охране труда.

Подчеркнем, что именно определение приоритетности управления риском является завершенным результатом его оценки. Теперь можно приступать к управлению рисками, где лиц, выполняющих мероприятия по защите от опасностей и рисков, вновь начинают интересоваться сами опасности, а не риски их воздействия.

#### Библиографический список

1. Взаимосвязанные научные проблемы оценки, нормирования и экспертизы рисков промышленной безопасности / Н.А. Махутов, Е.В. Кловач, А.С. Печеркин, В.И. Сидоров // Безопасность труда в промышленности. – 2018. – № 5. – С. 7–15. DOI: 10.24000/0409-2961-2018-5-7-15
2. Гвоздев Е.В., Матвиенко Ю.Г. Комплексная оценка риска на предприятиях жизнеобеспечения, имеющих опасные производственные объекты // Безопасность труда в промышленности. – 2019. – № 10. – С. 69–78. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-10-69-78
3. Махутов Н.А., Резников Д.О., Лисанов М.В. Нормирование и управление рисками, связанными с эксплуатацией опасных производственных объектов // Безопасность труда в промышленности. – 2020. – № 12. – С. 85–91. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-12-85-91
4. Гражданян А.И. Оценка техногенного риска: техническое регулирование, стандартизация, критерии приемлемости // Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 7. – С. 48–49.
5. Михайлова В.Н., Христофоров Н.Р. Мониторинг специальной оценки условий труда в добывающей отрасли Российской Федерации // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2019. – № S10. – С. 126–132. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-5-10-126-132
6. Щипанов А.В., Смалый В.И. Снижение рисков при проведении специальной оценки условий труда // Безопасность труда в промышленности. – 2020. – № 2. – С. 67–73. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-2-67-73
7. Гендлер С.Г., Фалова Е.С. Использование риск-ориентированного подхода для выбора адресных мероприятий по снижению производственного травматизма // Безопасность труда в промышленности. – 2020. – № 9. – С. 82–87. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-9-82-87
8. Стратегии управления профессиональными рисками посредством анализа ключевых индикаторов безопасности труда / С.П. Левашов, И.П. Карначев, А.А. Челтыбашев, Е.А. Машинцов // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2018. – № 3. – С. 105–112.
9. О концепциях и методах оценки уровня рисков травматизма, связанных с профессиональной деятельностью работников / И.П. Карначев, С.П. Левашов, А.А. Челтыбашев, В.М. Панарин // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2018. – № 3. – С. 94–104.
10. О методах оценки рисков производственного травматизма посредством мониторинга травм и несчастных случаев на примере работников сферы добычи природных ресурсов США / И.П. Карначев, С.П. Левашов, В.Г. Николаев, П.И. Карначев // Горный журнал. – 2019. – № 12. – С. 83–89. DOI: 10.17580/gzh.2019.12.18
11. Минько В.М., Евдокимова Н.А. О применимости методов оценки профессиональных рисков в управлении охраной труда // Безопасность жизнедеятельности. – 2020. – № 12. – С. 3–12.
12. Симоненко С.И., Соколов Л.А. Онлайн-оценка человеческих рисков на производственных предприятиях // Безопасность труда в промышленности. – 2021. – № 3. – С. 81–87. DOI: 10.24000/0409-2961-2021-3-81-87
13. Определение профессионального риска с помощью методики интегральной оценки условий труда / А.И. Сидоров, А.В. Богданов, Ю.В. Медведова, А.Н. Филиппов // Безопасность труда в промышленности. – 2021. – № 3. – С. 88–93. DOI: 10.24000/0409-2961-2021-3-88-93
14. Утоганова В.В., Сердюк В.С., Фомин А.И. Прогнозирование и оценка профессиональных рисков в горной отрасли с применением теоремы Байеса // Безопасность труда в промышленности. – 2021. – № 1. – С. 79–87. DOI: 10.24000/0409-2961-2021-1-79-87
15. Самчук-Хабарова Н.Я., Галонин В.Л. Оценка профессиональных рисков с учетом человеческого фактора // Безопасность труда в промышленности. – 2020. – № 9. – С. 71–75. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-9-71-75
16. Михина Т.В. Состояние производственного травматизма в горнодобывающей промышленности // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2017. – № 11. – С. 192–199. DOI: 10.25018/0236-1493-2017-11-0-192-199
17. Галкин А.В. Методологические принципы повышения надежности функционирования системы обеспечения безопасности труда на примере угледобывающих предприятий // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2020. – № S12. – С. 16–30. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-4-12-16-30
18. Производственная травма и производственный травматизм: явление и сущность, случайность и закономерность / В.Б. Артемьев, В.В. Лисовский, И.Л. Кравчук, А.В. Галкин, А.Ю. Перятинский // Уголь. – 2020. – № 5 (1130). – С. 4–11.
19. Галкин А.В. Снижение риска травмирования персонала горнодобывающего предприятия путем совершенствования нарядной системы // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2012. – № S5. – С. 298–313.
20. Rausand M. Risk Assessment: Theory, Methods, and Applications. – Wiley: Hoboken, NJ, USA, 2011. – P. 99–102, 388–397.
21. Alii B.O. Fundamental Principles of Occupational Health and Safety / Second edition. – Geneva: International Labour Office, 2008. – 199 p.
22. Энциклопедия по безопасности и гигиене труда: в 4 т. – 4-е изд. – МОТ–Женева; М., 2001–2002. – Т. 1. – 1279 с.; Т. 2. – 925 с.; Т. 3. – 1311 с.; Т. 4. – 712 с.
23. Российская энциклопедия по охране труда: в 3 т. – 2-е изд., перераб. и доп. / Минздравсоцразвития России. – М.: НЦ ЭНАС, 2006. – Т. 1: А–К. – 440 с.; Т. 2: Л–П. – 408 с.; Т. 3: С–Я. – 400 с.
24. Российская энциклопедия по медицине труда / гл. ред. Н.Ф. Измеров. – М.: Медицина, 2006. – 656 с.
25. Филимонов В.А., Горина Л.Н. Разработка и внедрение систем менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда и менеджмента риска в организации на основе процессного подхода // Безопасность труда в промышленности. – 2019. – № 11. – С. 68–80. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-11-68-80
26. Оценка результативности и эффективности системы управления охраной труда на горном предприятии / А.Н. Никулин, И.С. Должиков И.С., И.В. Климова, Ю.Г. Смирнов // Безопасность труда в промышленности. – 2021. – № 1. – С. 66–72. DOI: 10.24000/0409-2961-2021-1-66-72
27. Thomas P., Bratvold R.B., Bickel J.E. The risk of using risk matrices // SPE Economics & Management. – 2014. – Vol. 6(2). – P. 56–66. DOI: 10.2118/166269-MS
28. Main B.W. Risk assessment: A review of the fundamental principles // Professional Safety. – 2004. – Vol. 49. – P. 37–47.
29. Clemens P., Pfizer T. Risk Assessment & Control: Is your system safety program wasting resources? // Professional Safety. – 2006. – Vol. 51(1). – P. 41–44.
30. Fine W.T. Mathematical Evaluations for Controlling Hazards. – Naval Ordnance Laboratory. – White Oak, Maryland, USA. Hd., NOL, March 1971. (NOLTR 71-31, publication UNCLASSIFIED.)
31. Kinney G.F., Kiruth A.D. Practical risk analysis for safety management. – Naval Weapons Center, California, USA. June 1976.
32. Федорович Г.В. О системе оценки профессионального риска // АНРИ. – № 4. – 2010. – С. 63–70.
33. Федорович Г.В. Рациональная эпидемиология профессиональных заболеваний: модели и методы. – Саарбрюкен: Palmarium Academic Publishing, 2014. – 343 с.
34. Aggregate exposure and cumulative risk assessment – Integrating occupational and non-occupational risk factors / T.J. Lentz, G.S. Dotson, P.R.D. Williams, A. Maier, B. Gadagbui, S.P. Fandajai [et al.]. // Journal of Occupational and Environmental Hygiene. – 2015. Vol. 12. – P. 112–126. DOI: 10.1080/15459624.2015.1060326
35. Измеров Н.Ф., Денисов Э.И. Оценка профессионального риска в медицине труда: принципы, методы и критерии // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2004. – № 2. – С. 17–21.
36. Производственный травматизм как критерий профессионального риска / И.В. Бухтияров, Н.Ф. Измеров, Г.И. Тихонова, А.Н. Чуранова // Проблемы прогнозирования. – 2017. – № 5. – С. 140–149.

37. Toppila E., Pyykkö I., Pääkkönen R. Evaluation of the increased accident risk from workplace noise // *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. – 2009. – Vol. 15, № 2. – P. 155–162. DOI: 10.1080/10803548.2009.11076796

38. Совершенствование критериев потери слуха от шума и оценка профессионального риска / И.В. Бухтияров, Э.И. Денисов, Н.Н. Курьеров, Л.В. Прокопенко, М.В. Булгакова, О.О. Хакхилева // *Медицина труда и промышленная экология*. – 2018. – № 4. – С. 1–9. DOI: 10.31089/1026-9428-2018-4-1-9

39. Профессиональная потеря слуха – проблема здоровья и безопасности / Э.И. Денисов, Е.Е. Аденинская, А.А. Еремин, Н.Н. Курьеров // *Медицина труда и промышленная экология*. – 2014. – № 7. – С. 45–47.

40. Ли Хи Ун, Ворошилов А.С., Фомин А.И. Оценка рисков производственного травматизма // *Безопасность труда в промышленности*. – 2016. – № 6. – С. 73–75.

41. Jensen R.C. Risk-Reduction Methods for Occupational Safety and Health // 2nd ed. Wiley: Hoboken, NJ, USA, – 2019. – P. 65–81.

42. Donoghue A.M. The design of hazard risk assessment matrices for ranking occupational health risks and their application in mining and minerals processing // *Occupational Medicine*. – 2001. – Vol. 51(2). – P. 118–123. DOI: 10.1093/ocmed/51.2.118

43. Cox L.A.Jr. What's wrong with risk matrices? // *Risk Analysis*. – 2008. – Vol. 28, iss. 2. – P. 497–512. DOI: 10.1111/j.1539-6924.2008.01030.x

44. Smith E.D., Siefert W.T., Drain D. Risk matrix input data biases // *Systems Engineering*. – Vol.12, iss. 4. – P. 344–360. DOI:10.1002/sys.20126

45. Новожилов Е.О. Принцип построения матриц рисков // *Надежность*. – 2015. – № 3. – С. 73–86. DOI: https://doi.org/10.21683/1729-2646-2015-0-3-73-86

46. Непойранов А.С. Анализ ошибок при разработке матрицы рисков // *Экономика и предпринимательство*. – 2019. – № 3 (104). – С. 787–792.

47. Duijm N.J. Recommendations on the use and design of risk matrices // *Safety Science*. – 2015. – Vol. 76. – P. 21–31. DOI: 10.1016/j.ssci.2015.02.014

48. Pickering A., Cowley S.P. Risk matrices: Implied accuracy and false assumptions // *Journal of Health and Safety Research and Practice*. – 2010. – Vol. 2(1). – P. 9–16.

49. Li J., Bao C., Wu D. How to Design Rating Schemes of Risk Matrices: A Sequential Updating Approach // *Risk Analysis*. – 2018. – Vol. 38, iss. 1. – P. 99–117. DOI: 10.1111/risa.12810

50. Pons D.J. Alignment of the safety method with New Zealand legislative responsibilities // *Safety*. – 2019. – Vol. 5 (3). – P. 59 p. DOI: 10.3390/safety5030059

51. MIL-STD-882C Military Standard: System Safety Program Requirements [Электронный ресурс]. – Washington DC: US Department of Defense, 1993 – 117 p. – URL: http://everyspec.com/MIL-STD/MIL-STD-0800-0899/MIL-STD-882C\_965/ (дата обращения: 19.08. 2021).

52. Ale B.J.M., Hartford D.N.D., Slater D. ALARP and CBA all in the same game // *Safety Science*. – 2015. – Vol. 76. – P. 90–100. DOI: 10.1016/j.ssci.2015.02.012

References

1. Makhutov N.A., Klovach E.V., Pecherkin A.S., Sidorov V.I. Vzaimosvzaynnyye nauchnyye problemy otsenki, normirovaniya i ekspertizy riskov promyshlennoy bezopasnosti [Interconnected Scientific Problems of Assessment, Standardization and Expertise of Industrial Safety Risks]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, 2018, no. 5, pp. 7-15. DOI: 10.24000/0409-2961-2018-5-7-15

2. Gvozdev E.V., Matvienko Iu.G. Kompleksnaya otsenka riska na predpriyatiakh zhizneobespecheniya, imeyushchikh opasnyye proizvodstvennyye ob'ekty [Comprehensive risk assessment at life support enterprises with hazardous production facilities]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, 2019, no. 10, pp. 69-78. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-10-69-78

3. Makhutov N.A., Reznikov D.O., Lisanov M.V. Normirovaniye i upravleniye riskami, svyazannymi s ekspluatatsiei opasnykh proizvodstvennykh ob'ektov [Rationing and management of risks associated with the operation of hazardous production facilities]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, 2020, no. 12, pp. 85-91. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-12-85-91

4. Grazhdankin A.I. Otsenka tekhnologicheskogo riska: tekhnicheskoe regulirovaniye, standartizatsiya, kriterii priemlemosti [Assessment of production-related risks: regulation, standardization, criteria of acceptance]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, 2004, no. 7, pp. 48-49.

5. Mikhailova V.N., Khristoforov N.R. Monitoring spetsial'noi otsenki uslovii truda v dobyvaushchei otrasli Rossiiskoi Federatsii [Monitoring of special assessment of the working conditions in resources industries of Russian Federation]. *Gornyy informatsionno-analiticheskii byulleten' (nauchno-tekhnicheskii zhurnal)*, 2019, no. S10, pp. 126-132. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-5-10-126-132

6. Shchipanov A.V., Smalii V.I. Snizheniye riskov pri provedenii spetsial'noi otsenki uslovii truda [Reducing risks due to a special monitoring of working conditions]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, 2020, no. 2, pp. 67-73. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-2-67-73

7. Gendler S.G., Falova E.S. Ispolzovaniye risk-oriyentirovannogo podkhoda dlia vybora adresnykh meropriyatiy po snizheniiu proizvodstvennogo travmatizma [Using a risk-based approach to reduce occupational injuries]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, 2020, no. 9, pp. 82-87. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-9-82-87

8. Levashov S.P., Karnachev I.P., Cheltybashev A.A., Mashchintsov E.A. Strategii upravleniya professional'nymi riskami posredstvom analiza kluchevykh indikatorov bezopasnosti truda [Occupational risk management strategies through analysis of key occupational safety indicators]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*, 2018, no. 3, pp. 105-112.

9. Karnachev I.P., Levashov S.P., Cheltybashev A.A., Panarin V.M. O kontseptsii i metodakh otsenki uslovii truda i metodakh otsenki uslovii truda i metodakh otsenki uslovii truda i metodakh otsenki uslovii truda [On the concepts and methods of monitoring the level of injury risks associated with the professional activities]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*, 2018, no. 3, pp. 94-104.

10. Karnachev I.P., Levashov S.P., Nikolaev V.G., Karnachev P.I. O metodakh otsenki riskov proizvodstvennogo travmatizma posredstvom monitoringa travm i neschastnykh sluchayev na primere rabotnikov sfery dobychi prirodnykh resursov SSHA [Methods of industrial injury risk assessment by monitoring injuries and accidents in terms of the mining employees in USA]. *Gornyy zhurnal*, 2019, no. 12, pp. 83-89. DOI: 10.17580/gzh.2019.12.18

11. Min'ko V.M., Evdokimova N.A. O primenimosti metodov otsenki professional'nykh riskov v upravlenii okhranoi truda [On the applicability of methods for assessing occupational risks in labor protection management]. *Bezopasnost' zhiznedeiatel'nosti*, 2020, no. 12, pp. 3-12.

12. Simonenko S.I., Sokolov L.A. Onlain-otsenka chelovecheskikh riskov na proizvodstvennykh predpriyatiakh [Online human risk assessment in manufacturing plants]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, 2021, no. 3, pp. 81-87. DOI: 10.24000/0409-2961-2021-3-81-87

13. Sidorov A.I., Bogdanov A.V., Medvedeva Iu.V., Filippov A.N. Opredeleniye professional'nogo riska s pomoshch'yu metodiki integral'noi otsenki uslovii truda [Revealing occupational risks using the method of integral assessment of working conditions]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, 2021, no. 3, pp. 88-93. DOI: 10.24000/0409-2961-2021-3-88-93

14. Utiganova V.V., Serdiuk V.S., Fomin A.I. Prognozirovaniye i otsenka professional'nykh riskov v gornoj otrasli s primeneniem teoremy Baiesa [Predicting and assessing professional risks in the mining industry using Bayes' theorem]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, 2021, no. 1, pp. 79-87. DOI: 10.24000/0409-2961-2021-1-79-87

15. Samchuk-Khabarova N.I.A., Gaponov V.L. Otsenka professional'nykh riskov s uchetom chelovecheskogo faktora [Assessment of professional risks taking into account the human factor]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, 2020, no. 9, pp. 71-75. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-9-71-75

16. Mikhina T.V. Sostoyaniye proizvodstvennogo travmatizma v gornodobyvaushchei promyshlennosti [The state of industrial injuries in the mining industry]. *Gornyy informatsionno-analiticheskii byulleten' (nauchno-tekhnicheskii zhurnal)*, 2017, no. 11, pp. 192-199. DOI: 10.25018/0236-1493-2017-11-0-192-199

17. Galkin A.V. Metodologicheskie printsipy povysheniya nadezhnosti funktsionirovaniya sistemy obespecheniya bezopasnosti truda na primere ugledobyvaushchikh predpriyatiy [Methodological principles of increasing the reliability of the labor safety system based on the example of coal mining enterprises]. *Gornyy informatsionno-analiticheskii byulleten' (nauchno-tekhnicheskii zhurnal)*, 2020, no. s12, pp. 16-30. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-4-12-16-30

18. Artem'ev V.B., Lisovskii V.V., Kravchuk I.L., Galkin A.V., Periatinskii A.Iu. Proizvodstvennaya travma i proizvodstvennyi travmatizm: iavlenie i sushchnost', sluchainost' i zakonomernost' [Occupational injuries: phenomenon and understanding, chance and tendency]. *Ugol*, 2020, no. 5 (1130), pp. 4-11.

19. Galkin A.V. Snizheniye riska travmirovaniya personala gornodobyvaushchego predpriyatiya putem sovershenstvovaniya nariadnoi sistemy [Reducing the risk of injury to mine personnel by improving the work order system]. *Gornyy informatsionno-analiticheskii byulleten' (nauchno-tekhnicheskii zhurnal)*, 2012, no. s5, pp. 298-313.

20. Rausand M. Risk Assessment: Theory, Methods, and Applications. Wiley: Hoboken, NJ, USA, 2011, pp. 99-102, 388-397.

21. Allis B.O. Fundamental Principles of Occupational Health and Safety. Geneva: International Labour Office, 2008, iss. 2, 199 p.

22. Entsiklopediya po bezopasnosti i gigiyene truda [Occupational Safety and Health Encyclopedia]. 4nd ed. MOT-Zheneva, Moscow, 2001-2002, vol. 1, 1279 p, vol. 2, 925 p, vol. 3, 1311 p, vol. 4, 712 p.

23. Rossiiskaia entsiklopediya po okhrane truda [Russian Encyclopedia of Labor Protection]. 2nd ed, Minsdrazostsrazvitiya Rossii. Moscow: NTS ENAS, 2006, vol. 1: A-K, 440 p, vol. 2: L-R, 408 p, vol. 3: S-la, 400 p.

24. Rossiiskaia entsiklopediya po meditsine truda [Russian Encyclopedia of Occupational Medicine]. Ed. N.F. Izmerov. Moscow: Meditsina, 2006, 656 p.

25. Filimonov V.A., Gorina L.N. Razrabotka i vnedreniye sistem menedzhmenta okhrany zdorov'ya i obespecheniya bezopasnosti truda i menedzhmenta riska v organizatsii na osnove protsessnogo podkhoda [Development and implementation of health and safety management systems and risk management in an organization based on a process approach]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, 2019, no. 11, pp. 68-80. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-11-68-80

26. Nikulin A.N., I.S. Dolzhikov, Klimova I.V. Smirnov, Iu.G. Otsenka rezul'tativnosti i effektivnosti sistemy upravleniya okhranoi truda na gornom predpriyatii [Assessment of the effectiveness and efficiency of the labor safety management system at a mining enterprise]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, 2021, no. 1, pp. 66-72. DOI: 10.24000/0409-2961-2021-1-66-72

27. Thomas P., Bratvold R.B., Bickel J.E. The risk of using risk matrices. *SPE Economics & Management*, 2014, vol. 6(2), pp. 56-66. DOI: 10.2118/166269-MS

28. Main B.W. Risk assessment: A review of the fundamental principles. *Professional Safety*, 2004, vol. 49, pp. 37-47.

29. Clemens P., Pfitzer T. Risk Assessment & Control: Is your system safety program wasting resources? *Professional Safety*, 2006, vol. 51(1), pp. 41-44.

30. Fine W.T. Mathematical Evaluations for Controlling Hazards. Naval Ordnance Laboratory. White Oak, Maryland, USA. Hd., NOL, March 1971. (NOLTR 71-31, publication UNCLASSIFIED.)

31. Kinney G.F., Wiruth A.D. Practical risk analysis for safety management. Naval Weapons Center, California, USA, June 1976.

32. Fedorovich G.V. O sisteme otsenki professional'nogo riska [About the professional risk assessment system]. *ANR*, no. 4, 2010, pp. 63-70.

33. Fedorovich G.V. Ratsional'naya epidemiologiya professional'nykh zabolevaniy: modeli i metody [Rational epidemiology of occupational diseases: models and methods]. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2014, 343 p.

34. Lentz T.J., Dotson G.S., Williams P.R.D., Maier A., Gadagbui B., Pandalai S.P. et al. Aggregate exposure and cumulative risk assessment - Integrating occupational and non-occupational risk factors. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2015, vol. 12, pp. 112-126. DOI: 10.1080/15459624.2015.1060326

35. Izmerov N.F., Denisov E.I. Otsenka professional'nogo riska v meditsine truda: printsipy, metody i kriterii [Occupational risk assessment in occupational medicine: principles, methods and criteria]. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk*, 2004, no. 2, pp. 17-21.

36. Bukhtiarov I.V., Izmerov N.F., Tikhonova G.I., Churanova A.N. Proizvodstvennyi travmatizm kak kriterii professional'nogo riska [Industrial injuries as a criterion of occupational risks]. *Problemy prognozirovaniya*, 2017, no. 5, pp. 140-149.

37. Toppila E., Pyykkö I., Pääkkönen R. Evaluation of the increased accident risk from workplace noise. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 2009, vol. 15, no. 2, pp. 155-162. DOI: 10.1080/10803548.2009.11076796

38. Bukhtiarov I.V., Denisov E.I., Kur'ev N.N., Prokopenko L.V., Bulgakova M.V., Khakhileva O.O. Sovershenstvovaniye kriteriev poteri slukha ot shuma i otsenka professional'nogo riska [Studying criteria for hearing loss from noise and assessment of occupational risks]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2018, no. 4, pp. 1-9. DOI: 10.31089/1026-9428-2018-4-1-9

39. Denisov E.I., Adeninskaya E.E., Eremin A.L., Kur'ev N.N. Professional'naya poteria slukha - problema zdorov'ya i bezopasnosti [Occupational hearing loss is a health and safety issue]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2014, no. 7, pp. 45-47.

40. Li Khi Un, Voroshilov A.S., Fomin A.I. Otsenka riskov proizvodstvennogo travmatizma [Assessment of occupational injury risks]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, 2016, no. 6, pp. 73-75.

41. Jensen R.C. Risk-Reduction Methods for Occupational Safety and Health. 2nd ed. Wiley: Hoboken, NJ, USA, 2019, pp. 65-81.

42. Donoghue A.M. The design of hazard risk assessment matrices for ranking occupational health risks and their application in mining and minerals processing. *Occupational Medicine*, 2001, vol. 51(2). – P. 118–123. DOI: 10.1093/ocmed/51.2.118

43. Cox L.A.Jr. What's wrong with risk matrices? // *Risk Analysis*, 2008, vol. 28, iss. 2, p. 497-512. DOI: 10.1111/j.1539-6924.2008.01030.x

44. Smith E.D., Siefert W.T., Drain D. Risk matrix input data biases. *Systems Engineering*, vol. 12, iss. 4, p. 344-360. DOI:10.1002/sys.20126

45. Новожилов Е.О. Printsipy postroyeniya matrits riskov [The principle of constructing risk matrices]. *Nadezhnost*, 2015, no. 3, pp. 73-86. DOI: https://doi.org/10.21683/1729-2646-2015-0-3-73-86

46. Nepoyranov A.S. Analizy oshibok pri razrabotke matrits riskov [Analysis of errors in the risk matrix development]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 2019, no. 3 (104), pp. 787-792.

47. Duijm N.J. Recommendations on the use and design of risk matrices. *Safety Science*, 2015, vol. 76, pp. 21-31. DOI: 10.1016/j.ssci.2015.02.014

48. Pickering A., Cowley S.P. Risk matrices: Implied accuracy and false assumptions. *Journal of Health and Safety Research and Practice*, 2010, vol. 2(1), pp. 9-16.

49. Li J., Bao C., Wu D. How to Design Rating Schemes of Risk Matrices: A Sequential Updating Approach. *Risk Analysis*, 2018, vol. 38, iss. 1, pp. 99-117. DOI: 10.1111/risa.12810

50. Pons D.J. Alignment of the safety method with New Zealand legislative responsibilities. *Safety*, 2019, vol. 5 (3), 59 p. DOI: 10.3390/safety5030059

51. MIL-STD-882C Military Standard: System Safety Program Requirements. Washington DC: US Department of Defense, 1993, 117 p., available at: http://everyspec.com/MIL-STD/MIL-STD-0800-0899/MIL-STD-882C\_965/ (accessed 19 August 2021).

52. Ale B.J.M., Hartford D.N.D., Slater D. ALARP and CBA all in the same game. *Safety Science*, 2015, vol. 76, pp. 90-100. DOI: 10.1016/j.ssci.2015.02.012