

## РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД ПРИ ОЦЕНКЕ ОПАСНОСТЕЙ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Т.И. Овчинникова<sup>1</sup>, Е.П. Потоцкий<sup>1</sup>, В.М. Фирсова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> НИТУ «МИСиС»

**Аннотация:** Важной проблемой горной промышленности является постоянное воздействие в производственной среде опасных и вредных факторов, что приводит к тяжелым травмам и хроническим профессиональным заболеваниям человека. Объекты горной отрасли оказывают также существенное негативное влияние на качество окружающей среды. Иногда последствия деятельности горных предприятий имеют необратимые последствия в экологических системах. В связи с этим уже давно основные исследования в данной области направлены на прогнозирование рисков в производственной среде и экологических рисков. На основании такого прогнозирования необходимо разрабатывать мероприятия по предупреждению и устранению причин возникновения какого-либо события путем минимизации рисков, а не мероприятия по ликвидации последствий данного события. Таким образом, применение риск-ориентированного подхода в управлении техносферной безопасностью на предприятиях горной промышленности и разработка рекомендаций к созданию единой методики по оценке рисков является актуальной задачей в настоящее время. В данной статье проведен краткий анализ методик оценки производственного и профессионального риска, применяемых на предприятиях горной промышленности, с точки зрения влияния факторов производственной среды на выбор методики оценки риска с учетом влияния человеческого фактора, а также анализ методик оценки экологического риска. Показаны достоинства и недостатки применения этих методик в отечественной практике. Показана целесообразность использования разработанной на кафедре НИТУ «МИСиС» методики оценки профессионального риска.

**Ключевые слова:** управление безопасностью, горная промышленность, риск-ориентированный подход, производственная среда, методы оценки, производственный и профессиональный риск, экологический риск, человеческий фактор, прогнозирование риска.

**Для цитирования:** Овчинникова Т.И., Потоцкий Е.П., Фирсова В.М. Риск-ориентированный подход при оценке опасностей в горной промышленности // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 2–1. – С. 199–208. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-21-0-199-208.

### Risk-based approach to hazard assessment in the mining industry

T.I. Ovchinnikova<sup>1</sup>, E.P. Pototskiy<sup>1</sup>, V.M. Firsova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> NUST «MISIS», Moscow, Russia

**Abstract:** An important problem of the mining industry is the constant exposure of hazardous and harmful factors in the production environment, which leads to serious injuries and chronic

occupational diseases of a person. Mining facilities also have a significant negative impact on the quality of the environment. Sometimes the consequences of mining activities have irreversible processes in ecological systems. In this regard, for a long time, the main research in this area has been aimed at predicting risks in the production environment and environmental risks. Based on such forecasting, it is necessary to develop measures to prevent and eliminate the causes of any event by minimizing risks, and not to develop measures to eliminate the consequences of this event. Thus, the application of a risk-based approach in the management of technosphere safety at mining enterprises and the development of recommendations for the creation of a unified information system.

**Key words:** safety management, mining industry, risk-oriented approach, production environment, assessment methods, production and occupational risk, environmental risk, human factor, risk forecasting.

**For citation:** Ovchinnikova T.I., Pototskiy E.P., Firsova V.M. Risk-based approach to hazard assessment in the mining industry. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2021;(2–1):199–208. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-21-0-199-208.

---

## **Введение**

В России при оценке производственных опасностей на смену концепции абсолютной безопасности пришла концепция «приемлемого риска», то есть произошел переход к риск-ориентированному подходу. Мощным импульсом для внедрения этого подхода в практику работы служб охраны труда предприятий должны стать изменения в Трудовом кодексе РФ в части совершенствования механизмов предупреждения производственного травматизма и профессиональной заболеваемости. К основным направлениям государственной политики в области охраны труда наряду с существующими предлагается отнести: формирование основ для оценки и управления профессиональными рисками. В обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда добавляется: систематическое выявление опасностей и профессиональных рисков, их регулярный анализ и оценка.

Анализ отечественной и международной практики в области управления охраной труда, промышленной и экологической безопасностью свидетельствует о важности этой проблемы в горной промышленности

[1–4]. Методологии и классификации методов оценки риска посвящена обширная библиография. Впервые методы оценки техногенных рисков систематизированы в монографии [5]. Известны классификации методов оценки риска в работах отечественных авторов [6–8]. Последний труд из этой серии — национальный стандарт РФ [9], посвященный технологиям оценки рисков.

Выбор метода оценки промышленных, профессиональных и экологических рисков данного производства, удобного и адекватно отражающего состояние безопасности, — актуальная задача службы безопасности предприятия, так как управление рисками — это инструмент снижения потерь и сокращения числа несчастных случаев, а также профессиональных и производственно обусловленных заболеваний.

## **Профессиональные риски**

Риск-ориентированный подход в управлении безопасностью — это система управления, в которой решения принимаются с учетом степени риска. В настоящее время в большинстве случаев под риском понимается возможная опасность потерь, вытекаю-

щая из специфики тех или иных явлений природы и видов деятельности человеческого общества. Фактически риск служит мерой опасности в жизнедеятельности человека.

В концепции приемлемого риска дается следующее определение этого понятия. Риск считается приемлемым, если его величина настолько незначительна, что ради получаемой выгоды в виде материальных и социальных благ человек, общество в целом готовы пойти на этот риск.

С развитием научно-технического прогресса возрастают опасности в производственной среде и негативное воздействие на окружающую среду. Однозначно, наибольший негативный вклад в увеличение опасности для здоровья человека и окружающей среды вносит промышленность, особенно деятельность предприятий в горной отрасли. В связи с этим необходимо обеспечить безопасные условия труда, которые напрямую зависят от влияния человеческого фактора на производственный процесс, который в свою очередь связан с воздействием на человека опасных и вредных факторов. Эти факторы могут стать причиной повышенной травмоопасности с тяжелыми последствиями или профессиональных заболеваний. Для минимизации опасного уровня воздействия опасных и вредных факторов на здоровье человека и окружающую среду необходимо прогнозировать возможные риски, то есть проводить оценку рисков, учитывая приемлемый возможный риск.

В процессе своей трудовой деятельности работник подвергается производственному, профессиональному и экологическому риску. Рассмотрим, каким образом целесообразно выбирать методику оценки производственного, профессионального и экологического риска с точки зрения влияния

на оценки риска факторов производственной среды и человеческого фактора.

Отказы горного оборудования, ошибки персонала при ведении горных работ зачастую в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях могут привести к негативным последствиям. Существует несколько классификаций методов оценки производственных рисков. Согласно одной из них [7] методы оценки производственных рисков делятся на феноменологические, детерминистские и вероятностные.

Согласно другой классификации методы анализа производственного риска делятся на количественные и качественные в зависимости от исходной и результирующей информации [6, 10]. Качественные методы менее сложны в применении и не требуют большого объема исходной информации. Их применение на практике показало, что данная группа методов наиболее полно отражает рекомендации по повышению безопасности. Методы проверочного листа и метод «Что будет, если..?» (SWIFT) при помощи набора направляющих слов (таких, как время, количество и т. д.) позволяют «протестировать» на соответствие действующим требованиям безопасности условия эксплуатации производственного объекта. Метод «анализ вида и последствий отказов» дает возможность проанализировать каждый агрегат или его составные части в отношении возможной неисправности и последующего воздействия отказа на техническую систему. Метод «анализ опасности и работоспособности (HAZOP)» включает определение потенциальных нарушений в работе оборудования, поиск несоответствий проектным характеристикам и изучение их возможных причин и последствий.

Суть количественных методов состоит в том, что риск может быть оценен числовым значением и подразумевает проведение расчетов, использование теории вероятности, математической логики. Методы «анализ деревьев решений» и «анализ деревьев событий (ЕТА)» позволяют построить сценарии развития аварийных ситуаций при возникновении иницирующего опасного события и оценить вероятность их реализации. Эти методы оценки риска относятся к чисто количественным методам оценки риска. Метод «анализ дерева отказов (FTA)» может использоваться для качественного и количественного анализа риска. С его помощью анализируются первопричины аварийного события с использованием логических символов для описания комбинаций сбоев в системе.

Указанные выше методы позволяют оценивать риски отказов и сбоев в работе технологического оборудования или нарушения технологических процессов. Для определения вероятности ошибки персонала и оценки вероятности отказа оборудования используется метод «анализ надежности человека (HRA)», применяемый при качественном и количественном анализе.

Методы оценки производственных рисков используются, например, в анализе аэрологических рисков при проектировании, эксплуатации, ликвидации и консервации угольных шахт [11].

Термин «профессиональный риск» впервые приведен в Рекомендациях Международной организации труда в 1959 г. В России термины «профессиональные риски» и «управление профессиональными рисками» входят в основные понятия Трудового кодекса (ТК) РФ [12, ст. 209]. При внесении изменений в ТК эти термины будут иметь следующие определения. Профессиональный риск — вероятность

нанесения вреда здоровью работника в результате воздействия на него вредного и (или) опасного производственного фактора при выполнении им своей трудовой функции с учетом возможной тяжести повреждения здоровья. Управление профессиональными рисками — комплекс взаимосвязанных мероприятий и процедур, являющихся элементами системы управления охраной труда и включающих в себя выявление опасностей, оценку профессиональных рисков и применение мер по снижению уровней профессиональных рисков или недопущению их повышения, мониторинг и пересмотр выявленных профессиональных рисков.

Методы оценки профессионального риска в литературе представлены достаточно широко [13—18], но на сегодняшний день в России нет общепринятой методики оценки профессионального риска, утвержденной Министерством труда и социальной защиты.

Остановимся на основных методах оценки профессионального риска. Определим, при помощи каких из них проводится качественная и количественная оценка риска, в какой мере факторы производственной среды и человеческий фактор влияют на оценку риска.

Для качественной оценки риска можно использовать анализ степени выполнения требований безопасности на производственном объекте. Метод базируется на предположении о возможности учёта производственных опасностей в нормативных актах (государственных, отраслевых, локальных). На основе выявленных несоответствий планируются мероприятия по охране труда.

По методу оценки рисков на основе системы Элмери рассчитывается индекс безопасности. Метод дает кос-

венную количественную оценку несоответствий требованиям безопасности, но не затрагивает процессов выявления и идентификации реальных опасностей на рабочих местах. Согласно этому методу допускается, что все рассматриваемые факторы оказывают одинаковое влияние на безопасность труда. Такой недостаток отсутствует в методе оценки рисков на основе ранжирования уровня требований, в нем требования безопасности учтены с разными коэффициентами.

Часть методов, например, таких, как метод оценки рисков на основе матрицы «вероятность-ущерб» и метод Файн-Кинни являются количественными, но они основаны на экспертных заключениях, то есть присутствует человеческий фактор. Эти методы часто применяются для оценки рисков на предприятиях горной промышленности как в Российской Федерации, так и за рубежом. К их преимуществам относятся простота и наглядность, недостаток «экспертных методов» — субъективность оценки, различные эксперты будут оценивать одну и ту же ситуацию по-разному, основываясь на личных знаниях, опыте, ощущениях [13].

Факторы производственной среды и трудового процесса учтены в методике оценки профессионального риска Тульского государственного университета. В этой методике риски оцениваются количественно и в наиболее полном соответствии с определением профессионального риска. Подвергается оценке риск повреждения здоровья вследствие травм различной степени тяжести, полученных в процессе производственной деятельности, и риск приобретения профессиональных заболеваний, обусловленных вредными условиями труда, тяжестью и напряженностью трудового процесса. Отличительной особенностью данной методики является возможность

оценки скрытого риска повреждения здоровья [14].

Воздействие совокупности вредных факторов производственной среды учтено в методике оценки профессионального риска В.М. Минько [15]. В методике классам условий труда, определенным в результате проведенной СОУТ, присваиваются баллы. С их помощью и с учетом трудового стажа работы в данных условиях труда рассчитывается уровень безопасности производственной среды, по которому оценивается годовой профессиональный риск. Таким образом, для оценки профессионального риска методика реализует принцип «доза-время-эффект».

Методика, разработанная Клиническим институтом охраны и условий труда, предполагает проводить оценку риска, исходя из того, что необходимо комплексно оценивать воздействие производственных факторов, в том числе величины риска травмирования работника и его защищенности средствами индивидуальной защиты. Также учитываются стаж и возраст работника [16]. Недостатком данной методики является то, что она трудоемка в расчете, так как индивидуальные показатели работника (состояние здоровья, стаж, возраст) нужно обновлять для расчета оценки риска каждый раз при устройстве на исследуемое рабочее место нового работника.

Методика по руководящему документу Р 2.2.1766 — 03 [17] опирается на использование результатов измерений вредных производственных факторов на рабочих местах и относится к количественным методам. Её недостатком является то, что она не учитывает сочетанное действие факторов.

Качественную и количественную составляющие профессионального риска позволяет определить методика, разработанная на кафедре техносфер-

ной безопасности НИТУ «МИСиС» под руководством Е.П. Потоцкого [18]. Построенные по этой методике регрессионные зависимости между заболеваемостью персонала и измеренными на рабочих местах уровнями вредных производственных факторов позволяют не только учесть сочетанное действие факторов, но и последствия воздействия производственных факторов на заболеваемость персонала. Таким образом, методика лишена влияния человеческого фактора при оценке профессиональных рисков, опирается на принцип «доза-эффект» и учитывает измеренные значения факторов производственной среды.

### **Экологические риски**

Обширные исследования проводились в области оценки экологических рисков. Такая оценка должна содержать еще и вероятность проявления экологического риска, более того, в количественном и качественном аспектах. Минимизация этих рисков должна приводить к устойчивости компонентов окружающей среды.

В соответствии с современными определениями экологический риск выражает вероятность возникновения любого негативного изменения в окружающей среде в результате техногенных и природных явлений, которые сопровождаются формированием и действием вредных факторов, и нанесенного экологического, экономического, социального ущерба.

В англоязычной литературе оценка экологического риска (ОЭР) (Environment Risk Assessment, ERA) представляет собой процесс оценки вероятности возникновения различных изменений в экологических системах вследствие антропогенного воздействия [19].

При оценке любого риска, в том числе экологического, одним из крите-

риев является процесс оценки надёжности оборудования, то есть надёжность технических и технологических систем. В связи с тем, что системами управляет человек, следует рассматривать надёжность не только оборудования, но и человека при управлении такими системами, другими словами, учитывать человеческий фактор.

В настоящее время не существует общепринятой методики оценки экологических рисков. При анализе различных методик были отмечены следующие: ГОСТ Р 14.09–2005 «Экологический менеджмент. 30Руководство по оценке риска в области экологического менеджмента»; методика И.С. Белик; методика Е.Н. Бельской; методика Т.В. Бойко.

ГОСТ Р 14.09–2005 «Экологический менеджмент. Руководство по оценке риска в области экологического менеджмента» [20] — национальный стандарт, который учитывает только оценку реальных или потенциальных воздействий загрязняющих веществ на растения и диких животных, но не устанавливает требований к оценке экологического риска для людей и домашних животных.

При рассмотрении методики расчёта уровня экологического риска, автором которой является Т.В. Бойко [21], можно сделать вывод, что она упрощает оценку экологического риска с учетом применения индексного подхода. Каждый аспект имеет количественный показатель, при использовании индексных оценок анализируется уровень вклада негативного воздействия на окружающую среду от хозяйственной или иной деятельности в целом или по отдельным компонентам ОС.

Следующая методика, автором которой является Бельская Е.Н. [22], также хорошо вписывается в систему управления экологической безопасности

на предприятии. Для того чтобы разработать наиболее оптимальные природоохранные мероприятия, то есть сформулировать цели по минимизации вероятности появления экологических рисков, надо провести количественную оценку, что позволяет сделать данная методика.

Методики оценки экологического риска в основном всегда включают в себя количественные показатели, при этом их набор в разных методиках отличается между собой, что зачастую не позволяет сравнивать полученные разными способами результаты исследований. В связи с этим одним из важных направлений исследования является комплексный подход к оценке экологических рисков, в том числе с учетом влияния человеческого фактора.

### **Заключение**

Ввиду принятия международного стандарта ISO 45001 «Система

менеджмента охраны здоровья и безопасности труда» и других нормативно-правовых документов в области техносферной безопасности с учетом риск-ориентированного подхода возрастает количество научных исследований в области именно оценки рисков. Наряду с оценкой производственных и экологических рисков в горной промышленности особое внимание в настоящее время уделяется оценке профессиональных рисков как инструменту оценки влияния вредных и опасных производственных факторов на заболеваемость персонала.

На основании вышеизложенного следует сделать вывод о необходимости комплексного подхода к разработке единой методики оценки рисков и планировании мероприятий по их минимизации с учетом влияния человеческого фактора в особых условиях производственной среды горных предприятий.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Смагина С.С., Кадникова О.В., Рольгайзер А.А. Управление охраной труда и промышленной безопасностью на угледобывающих предприятиях Кузбасса // Экономика труда. — 2018. — Т. 5. — № 2. — С. 541–554.
2. Nikulin A., Nikulina A.Y. 2017. Assessment of occupational health and safety effectiveness at a mining company. Ecology, Environment and Conservation, 23(1), pp. 351–355.
3. Sabrina Letícia Couto da Silva. Critical factors of success and barriers to the implementation of occupational health and safety management systems: A systematic review of literature/Sabrina Letícia Couto da Silva, Fernando Gonçalves Amarala. Safety Science. 2019, volume 117, pp. 123–132.
4. Shalimova A.V., Filin A.E., Davydenko A.A. Analysis of evaluation results of occupational health, industrial and environmental safety management systems at enterprises of mining and smelting complex. Topical Issues of Rational Use of Natural Resources 2019, 2020, 1, pp. 100–105. <https://doi.org/10.1201/9781003014577>.
5. Хенли Э. Дж., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска. — М.: Машиностроение — 1984 г. — 528 с.
6. Надежность технических систем и техногенный риск. Учебное пособие / Акимов В.А., Лапин В.Л., Попов В.М. и др. — М.: «Деловой экспресс», 2002. — 367 с.
7. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах. — М.: «Деловой экспресс», 2004. — 352 с.
8. Korshunov G.I., Rudakov M.L., Kabanov E.I. The use of a risk-based approach in safety issues of coal mines / Journal of Environmental Management and Tourism, 9(1), 2018, pp. 181–186. DOI: [https://doi.org/10.14505/jemt.v9.1\(25\).23](https://doi.org/10.14505/jemt.v9.1(25).23).

9. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 58771–2019 «Менеджмент риска. Технологии оценки риска».

10. Толстова Д.А. Обзор качественных методов анализа опасностей и оценки риска в техносфере // Студенческий вестник. — 2020. — № 20–13 (118). — С. 35–36.

11. Баловцев С.В., Скопинцева О.В., Коликов К.С. Управление аэрологическими рисками при проектировании, эксплуатации, ликвидации и консервации угольных шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2020. — № 6. — С. 85–94. DOI: 10.25018/0236–1493–2020–6-0–85–94.

12. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 29.12.2020).

13. Тимофеева С.С. Современные методы оценки профессиональных рисков и их значение в системе управления охраной труда // Охрана труда и промышленная безопасность. — 2016. — № 1. — С. 14–20.

14. Хрупачёв А.Г., Хадарцев А.А., Каменев Л.И., Панова И.В., Седова О.А. Методологическая концепция профессионального риска и его количественная оценка // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. — 2010. — Т. 6. — № 35(92). — С. 69–80.

15. Минько В.М. Математическое моделирование в управлении охраной труда. — Калининград: ФГУИПП «Янтарный сказ», 2002. — 184 с.

16. Разработка «Методики расчета индивидуального профессионального риска в зависимости от условий труда и состояния здоровья работника» и «Методики расчета интегрального показателя уровня профессионального риска в организации». Режим доступа: <https://www.kiout.ru/info/publish/216> (дата обращения 17.10.2020).

17. Р 2.2.1766–03. 2.2. Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Руководство. — Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_130907/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_130907/) (дата обращения 17.10.2020).

18. Потоцкий Е.П., Фирсова В.М. Исследование профессионального риска с учетом сочетанного действия производственных факторов // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2019. — № S17. — С.53–63. DOI: 10.25018/0236–1493–2019–6-17–53–63.

19. Акинин Н.И. Экологическая безопасность. Принципы, технические решения, нормативно-правовая база: Учебное пособие. — Издательский дом «Интеллект», 2019. — 288 с.

20. ГОСТ Р 14.09–2005 «Экологический менеджмент. Руководство по оценке риска в области экологического менеджмента».

21. Бойко Т.В. К вопросу определения рисков при оценке воздействий техногенных объектов на окружающую среду // Восточно-европейский журнал передовых технологий. Технология неорганических и органических веществ и экология. —2008. — № 4/6 (34). — С.37–41.

22. Бельская Е.Н., Бразговка О.В., Сугак Е.В. Методика расчета экологических рисков // Научное обозрение. Технические науки. — 2015. — № 1. — С. 75–76. **ТМБ**

## REFERENCES

1. Smagina S.S., Kadnikova O.V., Rolgayzer A.A. Management of labor protection and industrial safety at coal mining enterprises of Kuzbass. *Ekonomika truda*. 2018. Т. 5. no. 2. Pp. 541–554.

2. Nikulin A., Nikulina A.Y. 2017. Assessment of occupational health and safety effectiveness at a mining company. *Ecology, Environment and Conservation*, 23(1), pp. 351–355.

3. Sabrina Letícia Couto da Silva. Critical factors of success and barriers to the implementation of occupational health and safety management systems: A systematic review of



literature/Sabrina Letícia Couto da Silveira, Fernando Gonçalves Amaral. Safety Science. 2019, volume 117, pp. 123–132.

4. Shalimova A.V., Filin A.E., Davydenko A.A. Analysis of evaluation results of occupational health, industrial and environmental safety management systems at enterprises of mining and smelting complex. Topical Issues of Rational Use of Natural Resources 2019, 2020, 1, pp. 100–105. <https://doi.org/10.1201/9781003014577>.

5. Henley E.J., Kumamoto H. *Nadezhnost' tekhnicheskikh sistem i otsenka riska* [Reliability of technical systems and risk assessment]. Moscow. Mashinostroyeniye. 1984, 528 p.

6. Akimov V.A., Lapin V.L., Popov V.M. i dr. *Nadezhnost' tekhnicheskikh sistem i tekhnogennyi risk. Uchebnoye posobiye* [Reliability of technical systems and technogenic risk. Textbook]. Moscow. «Delovoy ekspress», 2002, 367 p.

7. Akimov V.A., Lesnykh V.V., Radaev N.N. *Osnovy analiza i upravleniya riskom v prirodnoy i tekhnogennoy sferakh* [Fundamentals of risk analysis and management in natural and technogenic spheres]. Moscow. «Delovoy ekspress», 2004, 352 p.

8. Korshunov G.I., Rudakov M.L., Kabanov E.I. The use of a risk-based approach in safety issues of coal mines. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 9(1), 2018, pp. 181–186. DOI: [https://doi.org/10.14505/jemt.v9.1\(25\).23](https://doi.org/10.14505/jemt.v9.1(25).23).

9. *Natsional'nyy standart RF GOST R 58771–2019 «Menedzhment riska. Tekhnologii otsenki riska»* [National standard of the Russian Federation GOST R 58771–2019 “Risk management. Risk Assessment Technologies”].

10. Tolstova D.A. Review of qualitative methods of hazard analysis and risk assessment in the technosphere. *Studencheskiy vestnik*. 2020, no. 20–13 (118), pp. 35–36.

11. Balovtsev S.V., Skopintseva O.V., Kolikov K.S. Aerological risk management in designing, operation, closure and temporary shutdown of coal mines. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020;(6):85–94. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236–1493–2020–6-0–85–94.

12. Trudovoy kodeks Rossiyskoy Federatsii ot 30.12.2001 № 197-FZ (red. ot 29.12.2020) [Labor Code of the Russian Federation of December 30, 2001 no. 197-FZ (as revised on December 29, 2020)].

13. Timofeeva S.S. Modern methods of assessing occupational risks and their importance in the system of occupational safety management. *Okhrana truda i promyshlennaya bezopasnost'*. 2016, no. 1, pp. 14–20.

14. Khrupachev A.G., Khadartsev A.A., Kamenev L.I., Panova I.V., Sedova O.A. Methodological concept of professional risk and its quantitative assessment. *Natsional'nyye interesy: priority i bezopasnost'*. 2010. T. 6. no. 35 (92). Pp. 69–80.

15. Minko V.M. *Matematicheskoye modelirovaniye v upravlenii okhranoy truda* [Mathematical modeling in the management of labor protection]. Kaliningrad: FGUIPP «Yantarnyy skaz», 2002, 184 p.

16. *Razrabotka «Metodiki rascheta individual'nogo professional'nogo riska v zavisimosti ot usloviy truda i sostoyaniya zdorov'ya rabotnika» i «Metodiki rascheta integral'nogo pokazatelya urovnya professional'nogo riska v organizatsii»* [Development of “Methodology for calculating individual occupational risk depending on working conditions and health status of the employee” and “Methodology for calculating the integral indicator of the level of occupational risk in the organization.”]. Access mode: <https://www.kiout.ru/info/publish/216> (date of treatment 10/17/2020).

17. *R 2.2.1766–03. 2.2. Gigiyena truda. Rukovodstvo po otsenke professional'nogo riska dlya zdorov'ya rabotnikov. Organizatsionno-metodicheskiye osnovy, printsipy i kriterii otsenki. Rukovodstvo* [Occupational hygiene. Guidelines for assessing occupational health risks for workers. Organizational and methodological foundations, principles and evaluation criteria. Leadership] Access mode: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_130907/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_130907/) (access date 10/17/2020).

18. Pototskii E.P., Firsova V.M. Research of occupational risk, taking into account the combined effect of production factors. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2019;6/17:53 – 63. [In Russ] DOI: 10.25018/0236-1493-2019-6-17-53-63.

19. Akinin N.I. *Ekologicheskaya bezopasnost'*. *Printsipy, tekhnicheskiye resheniya, normativno.-pravovaya baza: Uchebnoye posobiye* [Environmental safety. Principles, technical solutions, regulatory framework: a textbook]. Izdatel'skiy dom «Intellect», 2019, 288 p.

20. *GOST R 14.09–2005 «Ekologicheskii menedzhment. Rukovodstvo po otsenke riska v oblasti ekologicheskogo menedzhmenta»* [GOST R 14.09–2005 “Environmental Management. Guidelines for Risk Assessment in Environmental Management”].

21. Boyko T.V. On the issue of determining the risks in assessing the impact of technogenic objects on the environment]. *Vostochno.-yevropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy. Tekhnologiya neorganicheskikh i organicheskikh veshchestv i ekologiya.* 2008, no. 4/6 (34), pp. 37 – 41.

22. Belskaya E.N., Brazgovka O.V., Sugak E.V. Methods for calculating environmental risks]. *Nauchnoye obozreniye. Tekhnicheskiye nauki.* 2015, no. 1, pp. 75 – 76.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Потоцкий Евгений Павлович*<sup>1</sup> – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Техносферная безопасность», e-mail: pep@disto.misis.ru;

*Овчинникова Татьяна Игоревна*<sup>1</sup> – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность», e-mail: ovchinnikova\_ti@mail.ru;

*Фирсова Виктория Михайловна*<sup>1</sup> – зав. лабораторией, ассистент кафедры «Техносферная безопасность», e-mail: firsova\_vm@mail.ru;

<sup>1</sup> НИТУ «МИСиС».

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Pototskiy E.P.*<sup>1</sup>, Cand. Sci. (Eng.), Assistant Professor, pep@disto.misis.ru;

*Ovchinnikova T.I.*<sup>1</sup>, Dr. Sci. (Eng.), Assistant Professor, ovchinnikova\_ti@mail.ru;

*Firsova V.M.*<sup>1</sup>, Assistant, firsova\_vm@mail.ru;

<sup>1</sup> NUST «MISiS», Moscow, Russia.

Получена редакцией 03.12.2020; получена после рецензии 30.12.2020; принята к печати 01.02.2021.

Received by the editors 03.12.2020; received after the review 30.12.2020; accepted for printing 01.02.2021.

