ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень /
MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2026;(12):5-17
ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 331.45 DOI: 10.25018/0236_1493_2026_12_0_5

ВЛИЯНИЕ ТЕКУЧЕСТИ ПЕРСОНАЛА НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

С.Г. Гендлер[1], Ю.А. Большанина[1], Н.А. Вахнин[1]

[1] Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: Yulia.yulia.yuliya@mail.ru

Аннотация: Представлен анализ тенденции уровня травматизма на угледобывающих предприятиях Сибирской угольной энергетической компании и приведена статистика сменяемости персонала. Определена корреляционная связь между коэффициентом текучести кадров и уровнем травматизма, из чего сделан вывод о влиянии оборота кадров на уровень травматизма. Авторами обосновано, что высокий уровень текучести негативно сказывается на стабильности производственных процессов и повышает риски возникновения несчастных случаев, особенно среди вновь принятых работников, не прошедших полноценную адаптацию. Предложена модель основных составляющих для дальнейшей разработки технологии оперативного адаптационного обучения с целью решения основных задач: определения, с каким уровнем компетентности и отношением к безопасности труда приходит новый работник, а также формирования по итогам оценки у работника необходимых знаний и умений на начальном этапе путем обучения за короткий срок. Данная модель ориентирована на сокращение периода «вхождения» в профессию и минимизацию ошибок, связанных с человеческим фактором. Выполнен обзор основных методик и инструментов, которые применяются для обучения сотрудников по охране труда и промышленной безопасности. Определена возможность их применения для построения системы оперативного и качественного введения работников в производственную среду. В заключении подчеркивается, что внедрение предлагаемого подхода позволит снизить производственный травматизм и повысить эффективность кадрового менеджмента на угледобывающих предприятиях.

Ключевые слова: горнодобывающая промышленность, травматизм на угледобывающих предприятиях, охрана труда, текучесть персонала, уровень компетентности персонала, обучение по охране труда, инструменты для обучения работников, оперативное адаптационное обучение, профессиональная неподготовленность.

Для цитирования: *Гендлер С. Г., Большанина Ю. А., Вахнин Н. А.* Влияние текучести персонала на производственный травматизм в угольной отрасли // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2026. – № 12. – С. 5–17. DOI: 10.25018/0236_1493_2026_12_0_5.

Effect of staff turnover on occupational injury rate in coal industry

S.G. Gendler[1], Y.A. Bolshanina[1], N.A. Vakhnin[1]

[1] Empress Catherine II Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, Russia, e-mail: Yulia.yulia.yuliya@mail.ru

© С.Г. Гендлер, Ю.А. Большанина, Н.А. Вахнин. 2026.

Abstract: The trends in the injury rate in coal mines of the Siberian Coal Energy Company are analyzed, and the statistics of staff turnover is described. The correlation connection between the staff turnover rate and the injury rate is determined, and the conclusion is drawn that the staff turnover has influence on the injury rate. The authors substantiate that the high rate of the staff turnover has an adverse effect on the stability of production processes and elevates the risk of accident, particularly among the newly hired employees, lacking full-fledge adaptation. A model of the main components is proposed for the further development of a fast adaptive training technology to reach some key objectives: determination of the level of competence and labor safety attitude of a newly hired employee, as well as formation and valuation of the required knowledge and skills of an employee at the initial stage, after short-term training. The model is oriented at the reduction of the period of 'entry' into profession and at the minimization of errors related to the human factor. The main procedures and tools used in training of employees in occupational health and safety are reviewed. Their usability in construction of a system for fast and quality introduction of employees in the production environment is determined. Finally, it is emphasized that incorporation of the proposed approach can help decrease occupational injury rate and enhance efficiency of personnel management at coal mines.

Key words: mining industry, injury rate at coal mines, occupational safety, staff turnover, personnel competence level, occupational safety training, personnel training tools, fast adaptive training, professional unpreparedness.

For citation: Gendler S. G., Bolshanina Y. A., Vakhnin N. A. Effect of staff turnover on occupational injury rate in coal industry. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2026;(12):5-17. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2026_12_0_5.

Введение

Специалистами ряда отраслей отмечается, что после пандемии ковида в 2020 г. наметилась и прогрессирует с каждым годом тенденция «миграции» трудовых кадров [1]. Последовавшие геополитические и экономические факторы повлияли на снижение стабильности работы многих отраслей, что также спровоцировало отток одних кадров и приток других. Существенно текучесть кадров стала проявляться и на угледобывающих предприятиях [2]. Последовавшие в 2022 и 2023 гг. снижение цен на уголь, а также нерешенные логистические вопросы привели к росту нерентабельных производственных единиц в угледобывающей отрасли. Квалифицированные и опытные работники стали массово осваивать вахтовый метод труда. Замещение таких работников менее опытными кадрами существенно повлияло на уровень безопасности и эффективности труда. Такая тенденция привела к тому, что основными причинами травмирования персонала на сегодняшний день стали: профессиональная неподготовленность из-за частой сменяемости кадров, незнание особенностей производства, а также отсутствие риск-ориентированного мышления как у рабочих, так и у руководителей с небольшим либо отсутствующим опытом работы [3, 4].

В качестве основных проблем, которые, по мнению авторов, не позволяют создать благоприятную среду для безопасной и эффективной работы в текущих условиях, можно выделить следующие: массовое снижение мотивации к безопасному труду, отсутствие профессионального мастерства работника и недостаточное вознаграждение за безопасный и производительный труд, а также

миграцию работников, как в пределах отдельных регионов, так и в масштабах Российской Федерации [5]. В результате на угледобывающих предприятиях снижается культурный и профессиональный уровень, разрушается собственная уникальная социально-профессиональная среда, которая формировалась десятилетиями, как следствие, повышается риск негативных событий [6—8].

Под понятием риска подразумевается сочетание возможности неблагоприятного события и его значимости (тяжести последствий). В реальных производственных условиях, несмотря на значительное количество нормативной документации в области охраны труда и промышленной безопасности, наблюдаются отклонения от регламентированных режимов работ, когда работники выполняют смежные виды работ по устному поручению руководства, нарушают требования охраны труда и промышленной безопасности для выполнения производственного плана любой ценой [9, 10]. Все это повышает риск возникновения несчастного случая. Вновь принятые сотрудники перенимают неправильные, ошибочные действия более опытных коллег, у которых отсутствует мотивация к безопасному труду. Необходимо прививать подсознательную оценку риска последствий негативных событий всем работникам. Важно, чтобы работник мог ориентироваться в условиях производства, не только распознавать, но и предотвращать предпосылки негативных событий и управлять ими. Процесс управления рисками сводится к управлению его параметрами [11]. Таким образом, при сокращении неопределенности состояния и свойств производственного процесса снижается риск получения травм [12].

В своих трудах А.Г. Федорец, специалист в области охраны труда, представил результаты проведения экспертизы, связанной со смертельными случаями на производстве, в которых он выделяет ключевые причины этих травм: личная профессиональная некомпетентность работников, незнание технологий работы, условий, оборудования, опасностей и их причин [2].

Анализ травматизма на угледобывающих предприятиях

При анализе статистики по травматизму, представленной по данным Феде-

Таблица 1

Сменяемость персонала на одном из подразделений угледобывающих компаний
Personnel turnover in one of the divisions of a coal mining company

Показатель		2020	2021	2022	2023	2024
Средняя списочная численность работников на конец года, чел.		999	908	903	899	919
Количество принятых работников, чел.		31	140	102	170	211
Количество уволенных, чел.		122	145	106	150	226
Профессии, по которым чаще всего увольнялись/ устраивались работники: профессия/чел.	водители автосамосвалов	20	37	30	60	80
	машинисты и помощники машинистов экскаваторов	—	27	18	21	40
	машинисты автогрейдеров и бульдозеров	—	—	13	15	16
Коэффициент общего оборота кадров		0,153	0,314	0,230	0,356	0,476

ральной службы государственной статистики (Росстат), становится очевидным, что априорные риски на угледобывающих предприятиях с подземным способом добычи значительно выше, чем на угледобывающих предприятиях с открытым способом добычи.

Однако следует отметить, что с 2015 г. даже на таких опасных производственных объектах, как шахты, уровень травматизма относительно объемов добычи угля и занятого на этой добыче числа работников постепенно снижался [13]. Вместе с тем после 2020 г., как уже было отмечено, ситуация начала меняться [14].

Так, например, на одном из крупнейших подразделений угледобывающих компаний наблюдается значительная сменяемость кадров за последние пять лет, обусловленная рядом причин (табл. 1).

Как видно из табл. 1, по состоянию на 2024 г. количество вновь принятых работников составило четверть от общей численности. Это существенно может влиять на уровень безопасности труда, поскольку вновь принятые работники еще недостаточно представляют особенности нового места работы с точки зрения опасностей и рисков. Также из таблицы видно, что чаще всего меняют место работы водители автосамосвалов, машинисты экскаваторов и их помощники. С 2020 г. коэффициент общего оборота кадров на одном из подразделений угледобывающих компаний вырос в 3 раза (рис. 1).

Такая сменяемость отразилась и на уровне травматизма, что отчетливо видно на рис. 2. По отношению к 2020 г. общий показатель травматизма возрос в 4 раза. Из представленных данных следует, что несмотря на то, что динамика не влияет на рост тяжелых случаев травматизма, она влечет за собой рост легких — это объясняется отсутствием необходимого уровня знаний у работников, позволяющих избегать не только тяжелых травм, но и легких. Рост легких травм приводит к возникновению тяжелых, по модели Генриха, в которой выявлена важная связь; ее контроль снижает тяжесть травм [15]. Суть данной модели в том, что в основе одной тяжелой травмы лежит множество легких травм и еще большее количество инцидентов. Устранение небезопасных действий позволит предотвратить инциденты на всех уровнях пирамиды. Таким образом, устранение небезопасных дей-

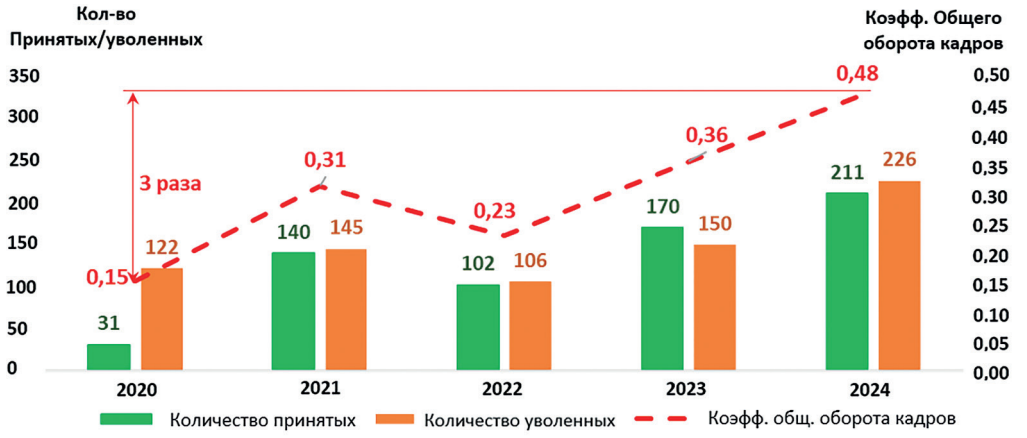


Рис. 1. Количество уволенных и принятых работников на одном из подразделений угледобывающих компаний

Fig. 1. The number of laid-off and hired producers at one of several coal mining companies

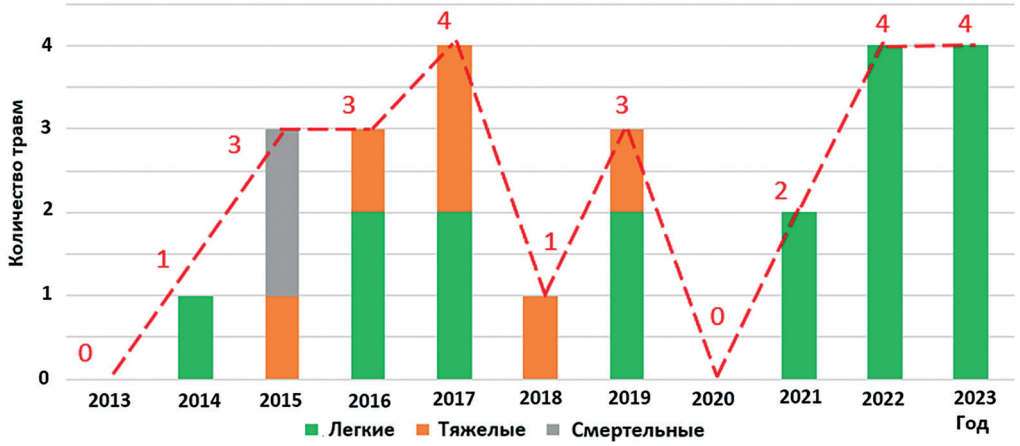


Рис. 2. Показатели травматизма на одном из подразделений угледобывающих предприятий в 2013–2023 гг. (абсолютные значения)

Fig. 2. Injury rates at one of the divisions of coal mining enterprises in 2013–2023 (absolute values)

ствий из рабочего процесса позволит не допустить переход легких случаев в тяжелые.

Для подтверждения предполагаемой зависимости между коэффициентом текучести кадров и показателями травматизма был выполнен расчет корреляционной связи по данным нескольких угледобывающих предприятий (8 разрезов и 8 шахт). Представленные данные были обработаны сочетанием количественного метода (корреляционный анализ Пирсона) и метода визуализации (построение диаграммы рассеяния с линией тренда).

Коэффициент Пирсона равен r = = 0,681, построен график зависимости (рис. 3), который подтверждает заметную умеренную связь: при большей текучести LTIFR выше. LTIFR — это показатель частоты травм с потерей рабочего времени, отражающий количество несчастных случаев с потерей рабочего времени на определенное количество человеко-часов (1 млн), который используется для оценки уровня безопасности на производстве и определяется по формуле

$$LTIFR = \frac{\textit{количество травм с потерей рабочего времени}}{\textit{общее количество отработанных часов}} \cdot 10^6$$

Показатель LTIFR не зависит напрямую от объемов добычи и от количества сотрудников. Он зависит от качества си-

Таблица 2

Показатели основных предприятий угледобывающей отрасли за период 2019–2022 гг.
Performance of the main coal mining enterprises for the period 2019–2022

Год	Коэффициент текучести, %	Численность, чел.	LTIFR
2019	14	66 245	0,72
2020	13	73 382	0,48
2021	14	73 739	0,99
2022	13,6	71 213	0,99

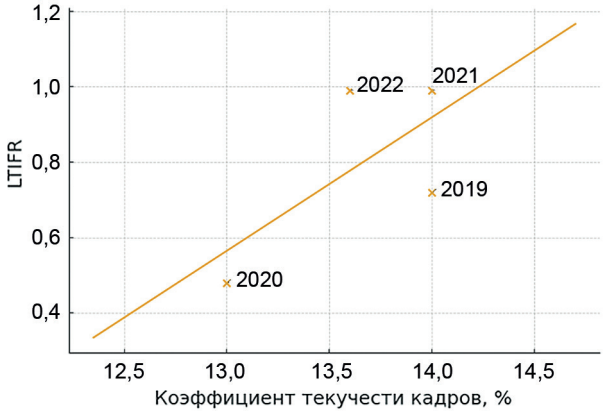


Рис. 3. Зависимость коэффициента текучести кадров от LTIFR на основных предприятиях угледобывающей отрасли за период 2019–2020 гг.

Fig. 3. Dependence of the employee turnover rate on LTIFR at the main enterprises of the coal mining industry for the period from 2019 to 2020

стемы управления охраной труда, культуры безопасности в организации, производственной дисциплины.

Анализируя табл. 2, можно отметить, что в 2020 г. коэффициент текучести персонала снизился с 14 до 13, что привело и к снижению показателя LTIFR в 1,5 раза. При этом в 2021 г. коэффициент текучести вновь возрастает, аналогично отмечен рост показателя LTIFR. В 2021 и 2022 гг. LTIFR не снижается, сохраняя свое высокое значение относительно ранних значений, равное 0,99, при этом коэффициент текучести изменяется на 0,4%.

Все эти аспекты характеризуют относительно низкую культуру безопасности производства, поэтому крайне важно, во-первых, видеть, с каким отношением к безопасности труда приходит новый работник, а во-вторых, как оперативно и качественно на начальном этапе сформировать необходимые и достаточные для осознанного безопасного труда знания и навыки [16].

Анализируя травматизм на угледобывающих предприятиях за 2013–2023 гг., в соответствии с классификатором № 2 приказа Минтруда России от 20.04.2022 № 223 (ред. от 25.04.2024) были выявлены основные причины возникновения несчастных случаев. На рис. 4 представлен график основных причин за 2023 г. В предыдущие годы их распределение



Рис. 4. Причины травматизма на основных угледобывающих предприятиях в 2023 г. (в процентах)

Fig. 4. Causes of injuries at major coal mining enterprises in 2023 (in percent)

аналогично, ключевая причина — это нарушение работником трудового распорядка и дисциплины труда.

Следует отметить, что риски возникновения опасных производственных ситуаций сохраняются, так как условия ведения горных работ включают большое количество факторов, которые влияют на условия выполнения сменного задания, следовательно, научить сотрудников работать безопасно и без нарушений — это одна из главных задач [17]. Каждый работник угледобывающего предприятия является важным субъектом большой и сложной системы, а его действия в сочетании с действиями других субъектов этой системы, с производственным процессом, с горно-геологическими условиями, климатическими (сезонными) условиями влияют на уровень производственного риска [18].

В соответствии с ГОСТ 12.0.230.1-2015 работодатель обязан обеспечивать контроль наличия необходимого уровня компетентности каждого работника и в случае необходимости формировать программы подготовки для достижения требуемого уровня. Программы должны предусматривать эффективную и современную первоначальную подготовку работников, поскольку основным ресурсом эффективного функционирования охраны труда являются профессионально компетентные и квалифицированные работники [19, 20].

С точки зрения охраны труда каждый работник должен:

- знать требования охраны труда;
- уметь безопасно работать, при необходимости оказывать первую помощь;
- соблюдать требования охраны труда;
- иметь внутреннюю мотивацию на безопасный труд.

Для определения компетенций, требуемых работнику для безопасного труда, которые должны рассматривать программы подготовки, необходимо анализировать условия труда и трудовые функции работников, поскольку именно в этих условиях и при выполнении этих функций из-за тех или иных производственных факторов с работниками происходят несчастные случаи.

Для выполнения трудовых функций работнику в первую очередь нужны практические навыки и умения, но без соответствующих им знаний их не бывает.

Поэтому следует своевременно корректировать мероприятия по обучению, которые обеспечивают необходимый уровень компетентности для выполнения трудовых функций. В процесс подготовки могут быть включены:

- систематическое выявление требуемого и фактического уровней осведомленности и компетентности работника в области охрану труда;
- обеспечение любой требуемой подготовки;
- ведение соответствующей документации по подготовке работников и уровню их компетентности.

Одна из ключевых задач руководителя и/или специалистов службы охраны труда и промышленной безопасности на угледобывающем предприятии заключается во введении вновь принятого работника за относительно короткий срок в реалии производства, ознакомлении с культурой производства, а также в привитии навыков риск-ориентированного мышления [21 — 23]. В этой связи требуется разработка методики оперативной оценки фактического уровня компетентности работника в области охраны труда, с последующим формированием адресной программы адаптации. Исключительно традиционные подходы в обучении по охране труда, сфокусированные на знании теоретических аспектов, не позволяют в полной мере применять полученные знания на практике, тем са-



Рис. 5. Составляющие оперативного адаптационного обучения
Fig. 5. Components of adaptation operationaling training

мым ограничивая применимость таких знаний в реальных условиях [24].

Решением данной задачи может стать применение практико-ориентированного обучения работников угледобывающих предприятий [25, 26]. Практико-ориентированное обучение подразумевает под собой такую систему обучения, которая позволяет вновь принятому работнику освоить навык контроля своего трудового процесса с учетом окружающей его обстановки, предвидеть негативные события и своевременно корректировать свои действия в опасной ситуации [27, 28].

На основе вышеизложенного в дальнейшем планируется разработка методики оперативной оценки фактического уровня компетентности вновь принятого работника, с последующим формированием адресной программы оперативного адаптационного обучения. Комплексный подход позволит снизить количество негативных событий, связанных с низкой культурой безопасности труда и производства.

На рис. 5 представлена модель основных направлений, которые рассматриваются для реализации технологии оперативного обучения.

Базовые методики и инструменты для обучения сотрудников в области охраны труда и промышленной безопасности

В настоящее время существует большое количество методов и инструментов для обучения сотрудников в области охраны труда и промышленной безопасности [29, 30].

Вместе с тем в применении таких технологий остается ряд недостатков: цена, последующее обслуживание, неподходящее оборудование и неудовлетворительный пользовательский опыт [31]. Практически каждый инструмент требует специального программного обеспечения, разработки материалов, наличия технических специалистов и обслуживания. Существуют факторы, которые сдерживают развитие зарубежных технологий в России:

- ограничения в возможностях применения технологий из-за санкций, что приводит к снижению роста вычисли-

тельных мощностей, критически важных для анализа данных, хранения информации и машинного обучения;

• нехватка квалифицированных кадров;

• ограничение доступа к инструментам. Разрыв научных связей с зарубежными специалистами усложнили разработчикам возможность использования мировых практик и зарубежного опыта;

• высокая стоимость оборудования и программного обеспечения.

Следует отметить, что решение этих проблем, соответственно, интенсифицировало процесс разработки отечественных инструментов, технологий и методик, что является положительным моментом [32].

Заключение

По результатам анализа проблем, связанных с применением имеющихся технологий, сделан вывод, что копирование лучших методик и инструментов не всегда дает необходимые результаты высокого уровня, однако создание своих методик и инструментов, адаптированных под условия применения, могут привести к желаемым результатам. Требуется разработка и внедрение методики оценки персонала, позволяющей диагностировать реальный уровень подготовки вновь принятых работников, поскольку они имеют разный уровень компетенций при трудоустройстве. Применение такой методики даст возможность своевременно выявлять и снижать риски, связанные с человеческим фактором среди нового персонала, что особенно важно на начальном этапе его производственной деятельности.

На угледобывающих предприятиях главным фактором, который сдерживает производственные мощности и ограничивает устойчивое развитие предприятий, по-прежнему остается наличие несчастных случаев.

Соответственно, снижение вероятности их возникновения способствует развитию предприятия и увеличению его прибыли, что дает дополнительный экономический эффект от качественно сформированной культуры безопасности производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Табах А., Подругина А.* Рынок труда: охлаждение или системная трансформация // Макроэкономика, 10.06.2025, https://raexpert.ru/researches/labor_market_2025/. Дата обращения: 23.03.2026.

2. *Дмитровка Б.* Дефицит рабочих кадров: пути решения. — 2024, http://social.council.gov.ru/activity/activities/round_tables/158285/. Дата обращения: 23.03.2026.

3. *Кулакова Е. В., Трещев К. Р.* Недостатки обучения охране труда, как причина производственного травматизма // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. — 2024. — № 1. — С. 1—5.

4. *Месхи Б. Ч., Занина И. А., Молев М. Д., Плешко М. С.* Вопросы анализа и проблемы достоверности статистических данных о производственном травматизме на предприятиях Российской Федерации // Безопасность техногенных и природных систем. — 2018. — № 3-4. — С. 18—29. DOI: 10.23947/2541-9129-2018-3-4-18-29.

5. *Файнбург Г. З., Федорец А. Г.* Актуальные вопросы охраны труда на современном этапе // Безопасность и охрана труда. — 2018. — № 3. — С. 1—22.

6. *Stemn E., Bofinger C., Cliff D., Hassall M. E.* Examining the relationship between safety culture maturity and safety performance of the mining industry // Safety Science. 2019, vol. 113, pp. 345—355. DOI: 10.1016/j.ssci.2018.12.008.

7. *Azizan Ramlia* Investigate the factors affecting safety culture in the Malaysian mining industry // Resources Policy. 2023, vol. 85, part A, article 103930. DOI: 10.1016/j.resourpol.2023.103930.

8. *Скударнов Д. Е.*, *Портола В. А.*, *Квасова А. А.*, *Сачков А. В.* Анализ смертельного травматизма при добыче угля открытыми горными работами // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. — 2018. — № 1. — С. 33—39.

9. *Галкин А. В.* Повышение надежности функционирования системы обеспечения безопасности труда — средство снижения производственного риска // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2022. — № 5-2. — С. 220—232. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_52_0_220.

10. *Никулин А. Н.*, *Должиков И. С.*, *Климова И. В.*, *Смирнов Ю. Г.* Оценка результативности и эффективности системы управления охраной труда на горном предприятии // Безопасность труда в промышленности. — 2021. — № 1. — С. 66—72. DOI: 10.24000/0409-2961-2021-1-66-72.

11. *Карчина Е. И.*, *Иванова М. В.*, *Волохина А. Т.*, *Глебова Е. В.*, *Вихров А. Е.* Усовершенствование процедуры групповой экспертной оценки при анализе профессиональных рисков на предприятиях ТЭК // Записки Горного института. — 2024. — Т. 270. — С. 994—1003.

12. *Gridina E. B.*, *Kovshov S. V.*, *Borovikov D. O.* Hazard mapping as a fundamental element of OSH management systems currently used in the mining sector // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2022, no. 1, pp. 107—115. DOI: 10.33271/nvngu/2022-1/107.

13. *Казанин О. И.* Перспективные направления развития технологий подземной угледобычи в РФ // Горный журнал. — 2023. — № 9 (23143). — С. 4—11. DOI: 10.17580/gzh.2023.09.01.

14. *Korshunov G. I.*, *Krasnoukhova D. Y.* Substantiation of a comprehensive approach for evaluating traumatic incidents, considering the human factor // International Journal of Engineering, Transactions C: Aspects. 2026, vol. 39, no. 6, pp. 1482—1495. DOI: 10.5829/ije.2026.39.06c.15.

15. *Галкин А. В.* Повышение надежности функционирования системы обеспечения безопасности труда при освоении операционным персоналом горнодобывающих предприятий риск-ориентированного поведения / Материалы V Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы охраны труда и безопасности производства, добычи и использования калийно-магниевых солей». — Пермь, 2024. — С. 114—127.

16. *Булатова Ю. В.* Автоматизация системы управления процессом обучения работников по охране труда // Вестник науки. — 2024. — № 5(74). — Т. 4. — С. 160—166.

17. *Кулецкий В. Н.*, *Жунда С. В.*, *Михайлов П. М.*, *Галкин А. В.* Организация оперативного управления промышленными рисками на АО «Ковдорский ГОК»: обучение линейных руководителей // Горная промышленность. — 2025. — № 4. — С. 72—77. — DOI: 10.30686/1609-9192-2025-4-72-77.

18. *Ismail S. N.*, *Ramli A.*, *Aziz H. A.* Influencing factors on safety culture in mining industry: A systematic literature review approach // Resources Policy. 2021, vol. 74. DOI: 10.1016/j.resourpol.2021.102250.

19. *Шадрин Р. О.*, *Севастьянов Б. В.* Применение обучающих модулей при формировании риск-ориентированного мышления специалистов нефтедобывающей отрасли // Безопасность техногенных и природных систем. — 2021. — № 1. — С. 21—25. — DOI: 10.23947/2541-9129-2021-1-21-25.

20. *Артемьев В. Б.*, *Лисовский В. В.*, *Добровольский А. И.*, *Галкин В. А.*, *Макаров А. М.*, *Кравчук И. Л.*, *Каледина Н. О.*, *Воробьёва О. В.*, *Галкин А. В.* Роль руководителя и персонала в обеспечении безопасности производства. — М.: Изд-во «Горная книга», 2017. — 48 с.

21. *Туманов М. В.*, *Родионов В. А.*, *Любимова А. Л.*, *Трегуб Н. А.* Методология оценки личного состава горноспасательных команд по критерию утомляемости // Безопасность труда в промышленности. — 2024. — № 8. — С. 84—89. DOI: 10.24000/0409-2961-2024-8-84-89.

22. *Коршунов Г. И.*, *Никулин А. Н.*, *Красноухова Д. Ю.* Разработка рекомендаций по управлению профессиональными рисками работников горнообогатительного комбината // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2023. — № 9-1. — С. 199—214. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_91_0_199.

23. *Перятинский А. Ю.*, *Полещук М. Н.* Взаимодействие персонала горнодобывающего предприятия как главный фактор обеспечения безопасности его труда // Безопасность труда в промышленности. — 2023. — № 2. — С. 33—41. DOI: 10.24000/0409-2961-2023-2-33-41.

24. *Москвина М. С.* Профессиональная компетентность специалистов в области охраны труда в процессе управления профессиональными рисками // Социально-трудовые исследования. — 2022. — Т. 47. — № 2. — С. 148—156. DOI: 10.34022/2658-3712-2022-47-2-148-156.

25. *Головина С. Ю.*, *Щербакова О. В.* Новая эра в охране труда работников: безопасная и здоровая среда как одна из целей устойчивого развития // Медицина труда и промышленная экология. — 2022. — № 62. — С. 344—352. DOI: 10.31089/1026-9428-2022-62-5-344-352.

26. *Кабанов Е. И.*, *Туманов М. В.*, *Сметанин В. С.*, *Романов К. В.* Инновационный подход к профилактике травм на горнодобывающих предприятиях на основе управления человеческим фактором // Записки Горного института. — 2023. — Т. 263. — С. 774—784. EDN: DRHFAN.

27. *Кречманн Ю.*, *Плиен М.*, *Тхи Хоаи Нга Нгуен*, *Рудаков М. Л.* Эффективное наращивание потенциала в горном деле за счет обучения, расширяющего возможности в области управления охраной труда // Записки Горного института. — 2020. — Т. 242. — С. 248—256. DOI: 10.31897/PMI.2020.2.248.

28. *Зарипов Р. М.*, *Угрюмова М. А.*, *Питаев Е. В.*, *Рябченко В. А.* Патент RU 2024617300. Охота за рисками. Начало действия: 01.04.2024.

29. *Яковлева Е. В.*, *Фролов А. С.*, *Васильева Ю. С.* Система автоматизированного обучения работников // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. — 2022. — № 7. — С. 61—66.

30. *Усикова О. В.*, *Осеннова Е. В.* Трансформация процесса обучения по охране труда // Экономика Профессия Бизнес. — 2023. — № 4. — С. 100—108. DOI: 10/14258/epb202360

31. *Красюкова Н. Л.*, *Рождественская И. А.*, *Зубец А. Ж.* Применение нейросетевых технологий для оптимизации процессов добычи и переработки угля на предприятиях угольной промышленности // Уголь. — 2024. — № 9. — С. 101—108. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-9-101-108.

32. *Жданеев О. В.*, *Власова И. М.* Вызовы и приоритеты цифровой трансформации угольной отрасли // Уголь. — 2023. — № 1. — С. 62—69. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-1-62-69. ГИАБ

REFERENCES

1. Tabakh A., Podrugina A. *Rynok truda: okhlazhdenie ili sistemnaya transformatsiya. Makroekonomika* [Labor market: cooling or systemic transformation? Makroekonomika], 10.06.2025, available at: https://raexpert.ru/researches/labor_market_2025/ (accessed 23.03.2026). [In Russ].

2. Dmitrovka B. *Defitsit rabochikh kadrov: puti resheniya* [Workforce shortage: solutions], 2024, available at: http://social.council.gov.ru/activity/activities/round_tables/158285/ (accessed 23.03.2026). [In Russ].

3. Kulakova E. V., Treshchev K. R. Deficiencies in occupational safety training as a cause of occupational injuries. *Vestnik tekhnosfernoy bezopasnosti i selskogo razvitiya*. 2024, no. 1, pp. 1—5. [In Russ].

4. Meskhi B. Ch., Zanina I. A., Molev M. D., Pleshko M. S. Issues of analysis and problems of reliability of statistical data on occupational injuries at enterprises of the Russian Federation. *Safety of technogenic and natural systems*. 2018, no. 3-4, pp. 18—29. [In Russ]. DOI: 10.23947/2541-9129-2018-3-4-18-29.

5. Faynburg G. Z., Fedorets A. G. Topical issues of occupational safety at the present stage. *Bezopasnost i okhrana truda*. 2018, no. 3, pp. 1—22. [In Russ].

6. Stemn E., Bofinger C., Cliff D., Hassall M. E. Examining the relationship between safety culture maturity and safety performance of the mining industry. *Safety Science*. 2019, vol. 113, pp. 345—355. DOI: 10.1016/j.ssci.2018.12.008.

7. Azizan Ramlia Investigate the factors affecting safety culture in the Malaysian mining industry. *Resources Policy*. 2023, vol. 85, part A, article 103930. DOI: 10.1016/j.resourpol.2023.103930.

8. Skudarnov D. E., Portola V. A., Kvasova A. A., Sachkov A. V. Analysis of fatal injuries in open-pit coal mining. *Vestnik of safety in coal mining scientific center*. 2018, no. 1, pp. 33—39. [In Russ].

9. Galkin A. V. Improving the reliability of the functioning of the occupational safety system is a means of reducing production risk. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2022, no. 5-2, pp. 220—232. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_52_0_220.

10. Nikulin A. N., Dolzhikov I. S., Klimova I. V., Smirnov Yu. G. Assessment of the effectiveness and efficiency of the occupational safety management system at a mining enterprise. *Occupational Safety in Industry*. 2021, no. 1, pp. 66—72. [In Russ]. DOI: 10.24000/0409-2961-2021-1-66-72.

11. Karchina E. I., Ivanova M. V., Volokhina A. T., Glebova E. V., Vikhrov A. E. Improvement of the group expert assessment procedure in the analysis of occupational risks at fuel and energy complex enterprises. *Journal of Mining Institute*. 2024, vol. 270, pp. 994—1003. [In Russ].

12. Gridina E. B., Kovshov S. V., Borovikov D. O. Hazard mapping as a fundamental element of OSH management systems currently used in the mining sector. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2022, no. 1, pp. 107—115. DOI: 10.33271/nvngu/2022-1/107.

13. Kazanin O. I. Promising directions for the development of underground coal mining technologies in the Russian Federation. *Gornyi Zhurnal*. 2023, no. 9 (23143), pp. 4—11. [In Russ]. DOI: 10.17580/gzh.2023.09.01.

14. Korshunov G. I., Krasnoukhova D. Y. Substantiation of a comprehensive approach for evaluating traumatic incidents, considering the human factor. *International Journal of Engineering, Transactions C: Aspects*. 2026, vol. 39, no. 6, pp. 1482—1495. DOI: 10.5829/ije.2026.39.06c.15.

15. Galkin A. V. Increasing the reliability of the occupational safety system through the development of risk-oriented behavior by operational personnel of mining enterprises. *Materialy V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nye problemy okhrany truda i bezopasnosti proizvodstva, dobychi i ispol'zovaniya kaliyno-magnievykh soley»* [Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference «Topical Issues of Occupational Safety and Production Safety in the Extraction and Use of Potash-Magnesium Salts»], Perm, 2024, pp. 114—127. [In Russ].

16. Bulatova Yu. V. Automation of the personnel occupational safety training management system. *Vestnik nauki*. 2024, no. 5(74), vol. 4, pp. 160—166. [In Russ].

17. Kuletsky V. N., Zhunda S. V., Mikhailov P. M., Galkin A. V. Organization of operational management of industrial risks at JSC «Kovdorsky GOK»: training of line managers. *Russian Mining Industry Journal*. 2025, no. 4, pp. 72—77. [In Russ]. DOI: 10.30686/1609-9192-2025-4-72-77.

18. Ismail S. N., Ramli A., Aziz H. A. Influencing factors on safety culture in mining industry: A systematic literature review approach. *Resources Policy*. 2021, vol. 74. DOI: 10.1016/j.resourpol.2021.102250.

19. Shadrin R. O., Sevastyanov B. V. Application of training modules in the formation of risk-oriented thinking of specialists in the oil production industry. *Safety of technogenic and natural systems*. 2021, no. 1, pp. 21—25. [In Russ]. DOI: 10.23947/2541-9129-2021-1-21-25.

20. Artem'ev V. B., Lisovskiy V. V., Dobrovol'skiy A. I., Galkin V. A., Makarov A. M., Kravchuk I. L., Kaledina N. O., Vorob'eva O. V., Galkin A. V. *Rol' rukovoditelya i personala v obespechenii bezopasnosti proizvodstva* [The role of the manager and personnel in ensuring production safety], Moscow, izd-vo «Gornaya kniga», 2017, 48 p.

21. Tumanov M. V., Rodionov V. A., Lyubimova A. L., Tregub N. A. Methodology for assessing mine rescue teams personnel by fatigue criterion. *Occupational Safety in Industry*. 2024, no. 8, pp. 84—89. [In Russ]. DOI: 10.24000/0409-2961-2024-8-84-89.

22. Korshunov G. I., Nikulin A. N., Krasnoukhova D. Yu. Development of recommendations for professional risk management of employees of the mining and processing plant. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2023, no. 9-1, pp. 199—214. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_91_0_199.

23. Peryatinsky A. Yu., Poleshchuk M. N. Interaction of personnel of a mining enterprise as the main factor in ensuring occupational safety. *Occupational Safety in Industry*. 2023, no. 2, pp. 33—41. [In Russ]. DOI: 10.24000/0409-2961-2023-2-33-41.

24. Moskvina M. S. Professional competence of occupational safety specialists in the process of occupational risk management. *Social and Labor Research*. 2022, vol. 47, no. 2, pp. 148—156. [In Russ]. DOI: 10.34022/2658-3712-2022-47-2-148-156.

25. Golovina S. Yu., Shcherbakova O. V. A new era in occupational safety: safe and healthy environment as one of the sustainable development goals. *Russian journal of Occupational health and industrial ecology*. 2022, no. 62, pp. 344—352. [In Russ]. DOI: 10.31089/1026-9428-2022-62-5-344-352.

26. Kabanov E. I., Tumanov M. V., Smetanin V. S., Romanov K. V. An innovative approach to injury prevention at mining enterprises based on human factor management. *Journal of Mining Institute*. 2023, vol. 263, pp. 774—784. [In Russ]. EDN: DRHFAN.

27. Kretschmann J., Plien M., Nguyen T. H. N., Rudakov M. L. Effective capacity building in mining through empowering OSH management training. *Journal of Mining Institute*. 2020, vol. 242, pp. 248—256. [In Russ]. DOI: 10.31897/PMI.2020.2.248.

28. Zaripov R. M., Ugryumova M. A., Pitaev E. V., Ryabchenko V. A. *Patent RU 2024617300*. 01.04.2024. [In Russ].

29. Yakovleva E. V., Frolov A. S., Vasilyeva Yu. S. Automated personnel training system. *Innovatsionnye resheniya v tekhnologiyakh i mekhanizatsii selskokhozyaystvennogo proizvodstva*. 2022, no. 7, pp. 61—66. [In Russ].

30. Usikova O. V., Osennova E. V. Transformation of the occupational safety training process. *Ekonomika Professiya Biznes*. 2023, no. 4, pp. 100—108. [In Russ]. DOI: 10/14258/epb202360.

31. Krasyukova N. L., Rozhdestvenskaya I. A., Zubets A. Zh. Application of neural network technologies for optimization of coal mining and processing at coal industry enterprises. *Ugol'*. 2024, no. 9, pp. 101 – 108. [In Russ]. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-9-101-108.
32. Zhdaneev O. V., Vlasova I. M. Challenges and priorities of digital transformation in the coal industry. *Ugol'*. 2023, no. 1, pp. 62 – 69. [In Russ]. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-1-62-69.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Гендлер Семен Григорьевич[1] – д-р техн. наук,
профессор, e-mail: Gendler_SG@pers.spmi.ru,
ORCID ID: 0000-0002-7721-7246,
Большанина Юлия Алексеевна[1] – аспирант,
e-mail: Yulia.yulia.yuliya@mail.ru,
Вахнин Николай Алексеевич[1] – канд. филос. наук,
доцент, e-mail: Vakhnin_NA@pers.spmi.ru,
ORCID ID: 0000-0003-0450-484X,
[1] Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II.
Для контактов: Большанина Ю.А., e-mail: Yulia.yulia.yuliya@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

S.G. Gendler[1], Dr. Sci. (Eng.), Professor,
e-mail: Gendler_SG@pers.spmi.ru,
ORCID ID: 0000-0002-7721-7246,
Y.A. Bolshanina[1], Graduate Student,
e-mail: Yulia.yulia.yuliya@mail.ru,
N.A. Vakhnin[1], Cand. Sci. (Philos.), e-mail: Vakhnin_NA@pers.spmi.ru,
ORCID ID: 0000-0003-0450-484X,
[1] Empress Catherine II Saint-Petersburg Mining University,
199106, Saint-Petersburg, Russia.
Corresponding author: Y.A. Bolshanina, e-mail: Yulia.yulia.yuliya@mail.ru.

Получена редакцией 28.01.2026; получена после рецензии 10.08.2026; принята к печати 10.11.2026.
Received by the editors 28.01.2026; received after the review 10.08.2026; accepted for printing 10.11.2026.

ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ
(специальный выпуск), смотри на www. gornaya-kniga.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ТРУДОЕМКОСТЬЮ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ И КОЭФФИЦИЕНТОМ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ ПАРКА ПОГРУЗОЧНО-ДОСТАВОЧНЫХ МАШИН

(2026, № 6, СВ 21, 20 с.)

Дугин Егор Васильевич – аспирант, НИТУ МИСИС, e-mail: egordygin2@mail.ru,
Масляков Никита Сергеевич – канд. техн. наук, доцент, НИТУ МИСИС; генеральный директор,
ООО «Энтерпрайз Проджектс», e-mail: inbox@enter-pro.tech, ORCID ID: 0000-0002-3221-8990,
Каширский Алексей Сергеевич – канд. техн. наук, коммерческий директор, ООО «Гормаш Глобал».

THE USE OF SIMULATION MODELING TO STUDY THE RELATIONSHIP BETWEEN THE COMPLEXITY OF MANUFACTURING SPARE PARTS AND THE COEFFICIENT OF TECHNICAL READINESS OF A FLEET OF LOADING AND DELIVERY VEHICLES

E.V. Dugin, Graduate Student, NUST MISIS, 119049, Moscow, Russia, e-mail: egordygin2@mail.ru,
N.S. Maslyakov, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, NUST MISIS, 119049, Moscow, Russia,
General Director, Enterprise Projects LLC, e-mail: inbox@enter-pro.tech, ORCID ID: 0000-0002-3221-8990,
A.S. Kashirsky, Cand. Sci. (Eng.), Commercial Director, Gormash Global LLC, e-mail: kashirsky@mail.ru.