

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ РИСКА И ПРИЧИН ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

А.Ю. Семейкин¹, О.Н. Томаровщенко¹, В.А. Петрова¹, Д.М. Тюпин², А.С. Едаменко¹

¹ Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
(БГТУ им. Шухова), Белгород, Россия, e-mail: tomarovschenko.on@bstu.ru

² ООО «Рудстрой», Губкин, Россия

Аннотация: Представлен анализ производственного травматизма при выполнении строительно-монтажных работ в горнодобывающей отрасли на примере организации ООО «Рудстрой». Исследование основано на анализе оперативной информации о происшествиях и актах расследования несчастных случаев. Выявлены изменения коэффициента частоты травматизма, ежегодно превышающие среднеотраслевые значения. Рассчитан риск травматизма с различной тяжестью (легкий, тяжелый, смертельный исход). В структуре страховых случаев в ООО «Рудстрой» за период с 2019 по 2024 гг. выделена следующая типология основных происшествий: падение, обрушение, обвалы предметов, материалов, земли и прочих объектов; падение пострадавшего с высоты; падение на ровной поверхности одного уровня. Наибольшая доля несчастных случаев приходится на монтажников стальных и железобетонных конструкций. Наиболее уязвимая категория по возрастному критерию представлена работниками в возрасте от 31 до 54 лет. Распределение страховых несчастных случаев по фактору «стаж работы» показывает незначительное различие по исследуемым группам. Также структурированы виды опасных действий сотрудников организации по выявленным нарушениям и несоответствиям. Предложены мероприятия, направленные на снижение риска возникновения несчастных случаев.

Ключевые слова: травматизм, охрана труда, горнорудная отрасль, строительные работы, несчастные случаи, диаграмма Исикавы, профессиональный риск, безопасность, работы на высоте.

Благодарность: Работа выполнена в рамках программы «Приоритет 2030» на базе Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова с использованием оборудования Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

Для цитирования: Семейкин А. Ю., Томаровщенко О. Н., Петрова В. А., Тюпин Д. М., Едаменко А. С. Анализ факторов риска и причин производственного травматизма при выполнении строительно-монтажных работ в горнодобывающей отрасли // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2025. – № 10. – С. 167–181. DOI: 10.25018/0236_1493_2025_10_0_167.

Risk factors and causes of occupational injuries in construction–assembly works in mining

A.Y. Semeykin¹, O.N. Tomarovshchenko¹, V.A. Petrova¹, D.M. Tyupin², A.S. Edamenko¹

¹ V.G. Shukhov Belgorod State Technological University named after
(BSTU named after Shukhov), Belgorod, Russia, e-mail: tomarovshchenko.on@bstu.ru

² Rudstroy LLC, Gubkin, Russia

Abstract: The article analyzes occupational injuries in construction–assembly work in the mining industry as a case-study of Rudstroy LLC. The study reviews live data and investigation reports on accidents. The revealed variations in the frequency factor of injuries exceed the industry average values annually. The risks of injuries of different severity is calculated (slight injury, permanent injury, fatal case). In the structure of insured accidents at Rudstroy LLC over the period from 2019 to 2024, the following types of accidents are detected: fall, collapse and failure of materials, ground and other objects; fall of an injured person from a height; fall of an injured person on the same-level plane surface. The highest percentage of injuries falls at steel and concrete–steel erectors. The category of the highest age vulnerability embraces workers of the age from 31 to 54 years. The distribution of the insured accidents by the work experience factor shows an insignificance difference between the test groups. The types of accidental operations of workers are structured per the revealed security violations and mismatches. The measures aimed at reduction of accident risks are proposed.

Key words: injuries, occupational safety, mining industry, building and construction works, Ishikawa diagram, occupational risk, safety, working at height.

Acknowledgements: The study was carried out within the framework of the Priority 2030 Program at the Shukhov Belgorod State Technology University using equipment of BSTU’s Center for High Technologies.

For citation: Semeykin A. Y., Tomarovshchenko O. N., Petrova V. A., Tyupin D. M., Edamenko A. S.. Risk factors and causes of occupational injuries in construction–assembly works in mining. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2025;(9):167-181. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2025_9_0_167.

Введение

Горнорудная отрасль считается одним из фундаментальных сегментов российской экономики. Профессиональные риски травмирования работников обусловлены технологическими процессами по добыче и обработке железной руды, которые сопряжены с воздействием вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса. Безопасность выполнения строительных и строительно-монтажных работ в условиях открытой добычи полезных ис-

копаемых обеспечивается при эффективном функционировании системы управления охраной труда и трудовоохранного менеджмента [1 – 3].

На долю Курской магнитной аномалии (КМА), расположенной в Центральном федеральном округе на территории Белгородской, Курской и Орловской областей, приходится более 63% железорудного сырья РФ. Белгородская область занимает ключевое место в КМА, обладая значительными запасами железной руды. Здесь сформировался

комплексный горнодобывающий кластер, включающий в себя два основных направления деятельности: добычу и первичную переработку полезных ископаемых (железная руда, сопутствующие продукты вскрышных работ); металлургическое производство по переработке добытой руды в металлургические продукты [2, 3].

Добычу и разработку сырья в регионе производят четыре крупнейших предприятия: с открытым типом выработки (АО «Лебединский ГОК» (г. Губкин), АО «Стойленский ГОК» (г. Старый Оскол)), закрытым или подземным типом выработки (АО «Комбинат КМАруда» (г. Губкин), АО «Яковлевский ГОК» (п. Яковлево)) [3]. При этом 40% мирового рынка товарного горячебрикетированного железа производит компания «Металлоинвест».

Анализ опубликованных научных трудов в области обеспечения безопасности строительных и монтажных работ в условиях добычи и переработки железной руды показывает, что данная тема является актуальной. Исследования, проводимые как в России, так и за рубежом, охватывают аспекты идентификации и оценки профессиональных рисков, связанных с работой в горнорудной отрасли [4, 5]. В ряду работ подчеркивается важность комплексного подхода к обеспечению безопасности на всех этапах горных работ [6, 7], начиная от планирования и проектирования до непосредственного выполнения строительных и монтажных операций. В работах [8–12] не только проводится анализ производственного травматизма с учетом влияния условий труда и вредных производственных факторов на строительный персонал, но и рассматривается применение цифровых технологий: программы предотвращения крупных аварий [8], интеллектуального анализа причин смертельного травматизма [9],

оценка рисков в режиме реального времени [10] и с применением автоматизации процессов [11, 12]. Использование современных технологий позволяет проводить непрерывный мониторинг параметров рабочей среды [13, 14], значительно повысить точность принятия управленческих решений [15], оперативно реагировать на изменения и минимизировать профессиональные риски [16, 17].

Авторы Emrah Kazan, Mumtaz A. Usmen в статье [18] на основе данных OSHA проанализировали факторы, влияющие на тяжесть несчастных случаев при работе с землеройной техникой, и пришли к выводу, что недостаточное обучение технике безопасности, отсутствие защитных систем и ненадлежащее техническое обслуживание существенно увеличивают риск летальных исходов. Наиболее частыми причинами аварий являются столкновения, причем наибольшую опасность представляют экскаваторы-погрузчики.

Amin Moniri-Morad и др. [19] применяют диаграмму Bowtie для анализа рисков в горнодобывающей промышленности. Авторы отмечают, что новые технологии, несмотря на преимущества, создают новые риски. Для решения этих проблем предлагается сочетание мониторинга, обучения, оценки рисков и кооперативного подхода к управлению смешанными парками автономных и неавтономных грузовиков, включая улучшенную коммуникацию, разделение полос движения и регулярное техническое обслуживание.

Таким образом, современные научные исследования обосновывают императив консолидации знаний и практик в сфере охраны труда, основываясь на отечественном и международном опыте. Необходимо продолжать исследования в данной области для внедрения эффективных практик и технологий, обес-

печивающих охрану здоровья и жизни работников в горнодобывающей промышленности.

При проведении строительных и монтажных работ в горнодобывающей отрасли, особенно при открытой добыче и последующей переработке железной руды, необходимо учитывать ряд специфических факторов, связанных с обеспечением безопасности труда.

Первостепенное значение имеют анализ геологической обстановки, оценка устойчивости склонов, прогнозирование возможных аварийных ситуаций, учет погодных условий. Также необходимо учитывать воздействие загазованности, пыли и шума, характерных для открытых карьеров. Высокая концентрация крупногабаритной техники (экскаваторы, буровые станки, самосвалы, погрузчики) на ограниченной территории создает повышенный риск столкновений, наездов и других аварий. Требуется строгий контроль движения техники, четкая система сигнализации и специальная подготовка операторов. Монтаж крупногабаритного оборудования также связан с рисками падения с высоты, обрушения конструкций и поражения электрическим током. Монтаж металлоконструкций, обслуживание оборудования и работы внутри резервуаров и других замкнутых пространств сопряжены с риском падения с высоты, кислородного голодания, отравления газами и воздействия других вредных факторов. Необходимы системы страховки, средства индивидуальной защиты органов дыхания и постоянный контроль за состоянием воздуха в рабочей зоне [20, 21].

Целью исследования является комплексный анализ проблемы обеспечения безопасности труда работников при выполнении строительного-монтажных работ в горнорудной отрасли, с акцентом на добычу и обработку железной руды

открытым способом. Исследование также направлено на выявление причин производственного травматизма и разработку рекомендаций по повышению уровня безопасности труда в данной сфере.

Методы

В ходе проведения исследования была сформирована эмпирическая база на основе сведений из «кооперативных оповещений о происшествиях» и актов расследования несчастных случаев организации ООО «Рудстрой». Для определения коэффициента частоты травматизма для отрасли по добыче полезных ископаемых в РФ использовали официальные данные Социального фонда России о количестве страховых несчастных случаев за 2019–2023 гг., а также данные Федеральной службы государственной статистики по средней численности работников. Информацию об охране труда и промышленной безопасности компании «Металлоинвест», необходимую для оценки показателей производственного травматизма, определяли по «Отчетам об устойчивом развитии».

Результаты

Объектом исследования выступает дочерняя подрядная организация ООО «Рудстрой», интегрированная в структуру группы компаний «Металлоинвест», специализирующаяся на выполнении строительного-монтажных и обслуживающих работ в горнорудной отрасли. Деятельность организации охватывает комплексный спектр работ, включающий в себя: строительство транспортной инфраструктуры (автомобильные и железные дороги, включая устройство земляного полотна); проведение вскрышных работ на карьерах; добычу минерального сырья; разработку котлованов; вертикальную планировку территорий;

гидротехническое строительство (возведение дамб). Производственная деятельность организации ориентирована на выпуск сборных железобетонных изделий, таких как фундаментные блоки различных типоразмеров, железобетонные перемычки, плиты днища и перекрытия колодцев (включая пустотные плиты перекрытия для оптимизации веса и материалоемкости конструкций), а также кольца колодцев. Указанная номенклатура изделий широко применяется в промышленном строительстве, являясь неотъемлемым компонентом инфраструктурных проектов, реализуемых в горно-обогатительной промышленности, обеспечивая функциональность и долговечность инженерных коммуникаций и сооружений.

Коэффициент частоты травматизма ($K_{\text{ч}}$) представляет собой относительную величину, отражающую количество несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих за исследуемый период времени (как правило, за 1 год). Данный показатель является важным инструментом для мониторинга и оценки эффективности мероприятий по охране труда, отражающим динамику изменения уровня травматизма. В горнорудной отрасли, в силу специфики техно-

логических процессов и условий труда, сравнительный анализ значений $K_{\text{ч}}$ позволяет оценить результативность системы управления охраной труда и скорректировать стратегию управления профессиональными рисками. Однако следует учитывать, что данный коэффициент не является исчерпывающим показателем и его интерпретация должна осуществляться в комплексе с другими метриками с учетом анализа причин несчастных случаев и последующей разработкой целевых программ по предупреждению травматизма.

В работе исследовано изменение значений коэффициента частоты травматизма в компании «Металлоинвест» и в целом по отрасли добычи полезных ископаемых в РФ, а также в ООО «Рудстрой» и в целом по отрасли строительства в РФ в период с 2019 по 2023 гг. (рис. 1).

В компании «Металлоинвест» отмечается устойчивая тенденция к снижению $K_{\text{ч}}$, который уменьшился на 15,4% с 2019 по 2023 гг. Внутренний подрядчик ООО «Рудстрой» отличается более высокими показателями травматизма, изменения несут нестабильный характер, но в 2024 г. $K_{\text{ч}}$ составил 3,19, что ниже предыдущего годового значения

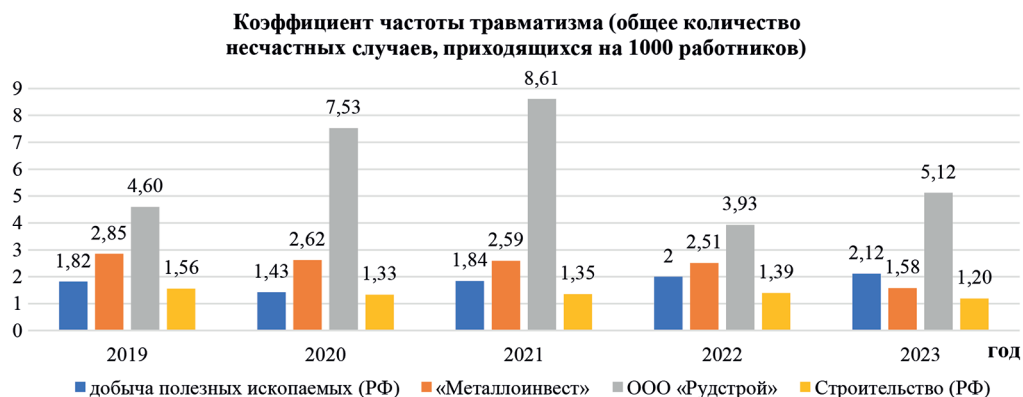


Рис. 1. Коэффициент частоты травматизма в период с 2019 по 2023 гг.

Fig. 1. Injury incidence rate in the period from 2019 to 2023

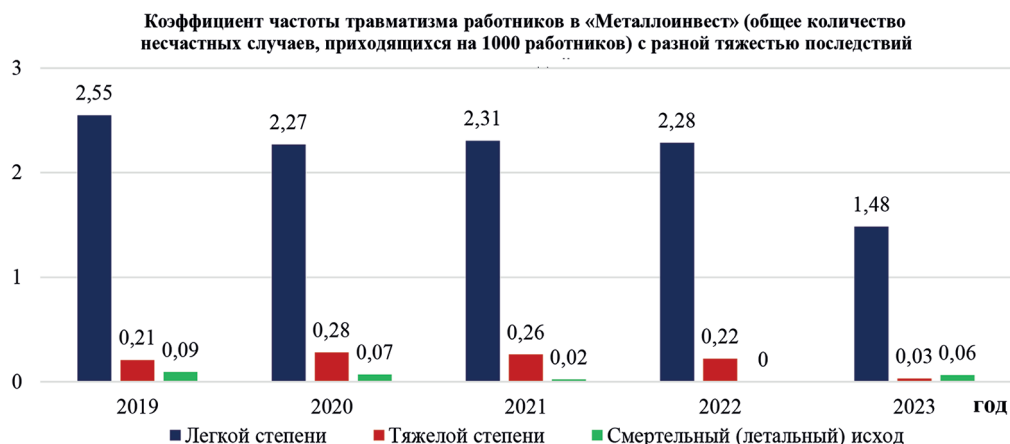


Рис. 2. Коэффициент травматизма работников в период с 2019 по 2024 г.: «Металлоинвест» (а); ООО «Рудстрой» (б)

Fig. 2. The injury rate of employees in the period from 2019 to 2024: in «Metalloinvest» (a); LLC «Rudstroy» (b)

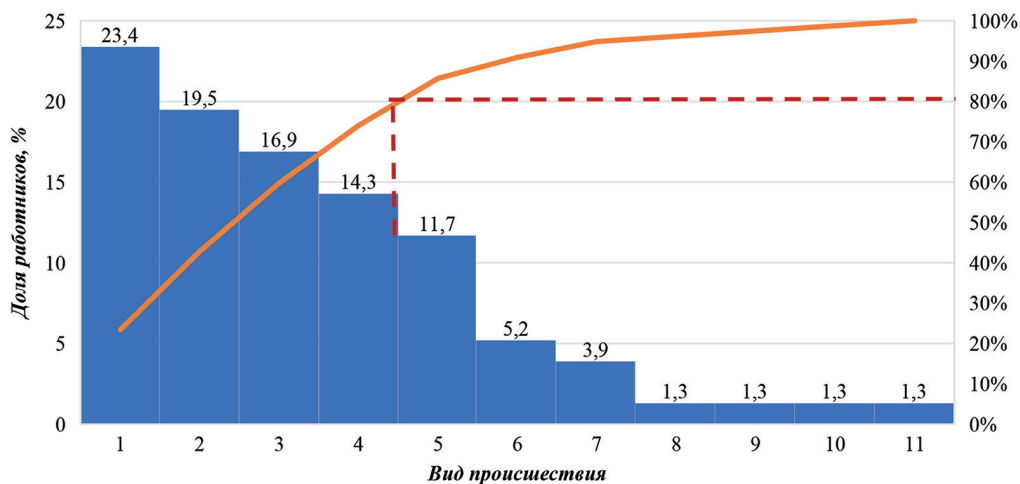
на 37,7%. Сравнительный анализ значений $K_{\text{ч}}$ исследуемых организаций с данными по отраслям добычи полезных ископаемых и строительства (по РФ) показывает их ежегодное превышение, за исключением 2023 г., когда показатель $K_{\text{ч}}$ у компании «Металлоинвест» оказался ниже среднеотраслевого уровня (по добыче полезных ископаемых) на 25,47%. Наивысшие значения $K_{\text{ч}}$ зарегистрированы у ООО «Рудстрой», что подчеркивает необходимость внедрения дополнительных мер по охране труда и дальнейшему выявлению корневых причин травматизма.

Далее были определены значения риска травматизма для работников с

легким, тяжелым и смертельным исходом (рис. 2).

Стоит отметить, что риск смертельного травматизма в исследуемых организациях выше, чем по отрасли. Для работников ООО «Рудстрой» в 2019, 2020, 2021, 2023 гг. риск больше, чем в целом в «Металлоинвест».

Анализ структуры страховых случаев в ООО «Рудстрой» за период с 2019 по 2024 гг. выявил следующую наиболее значимую типологию происшествий: падение, обрушение, обвалы предметов, материалов, земли и прочих объектов составило 23,4% от общего числа зарегистрированных случаев; падение пострадавшего с высоты — 19,5%;



- 1 – падение, обрушение, обвалы предметов, материалов, земли и прочего;
- 2 – падение пострадавшего с высоты; 3 – падение на ровной поверхности одного уровня;
- 4 – воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов, деталей, машин и других;
- 5 – воздействие других неклассифицированных травмирующих факторов;
- 6 – физические перегрузки и перенапряжения; 7 – транспортные происшествия;
- 8 – воздействие экстремальных температур и других природных факторов;
- 9 – воздействие дыма, огня и пламени; 10 – воздействие вредных веществ;
- 11 – повреждения в результате противоправных действий других лиц

Рис. 3. Распределение страховых несчастных случаев по фактору «вид происшествия» в ООО «Рудстрой» в период с 2019 по 2024 гг.

Fig. 3. Distribution of insurance accidents by the «type of incident» factor in LLC «Rudstroy» in the period from 2019 to 2024

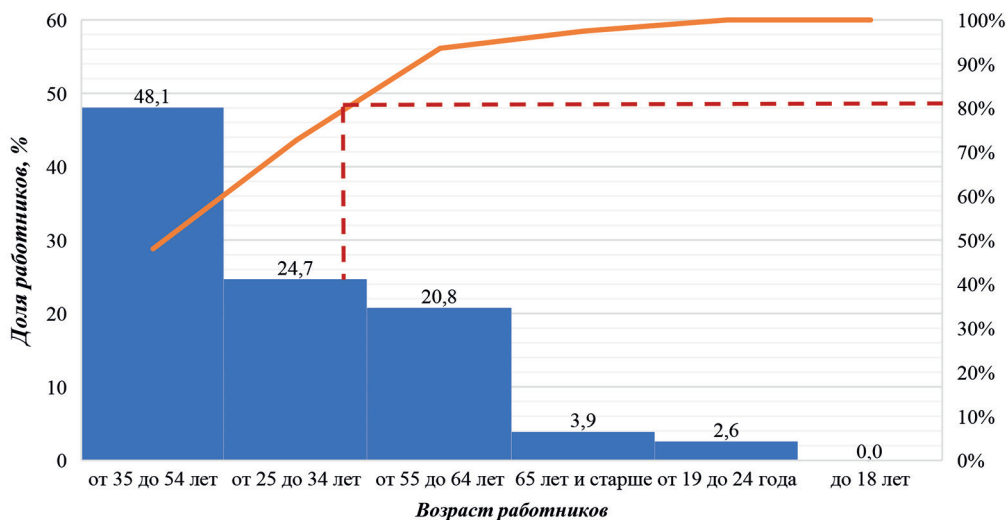


Рис. 4. Распределение страховых несчастных случаев по фактору «возраст работника» в ООО «Рудстрой» в период с 2019 по 2024 гг.

Fig. 4. The distribution of insurance accidents by the «age of the employee» factor in LLC «Rudstroy» in the period from 2019 to 2024

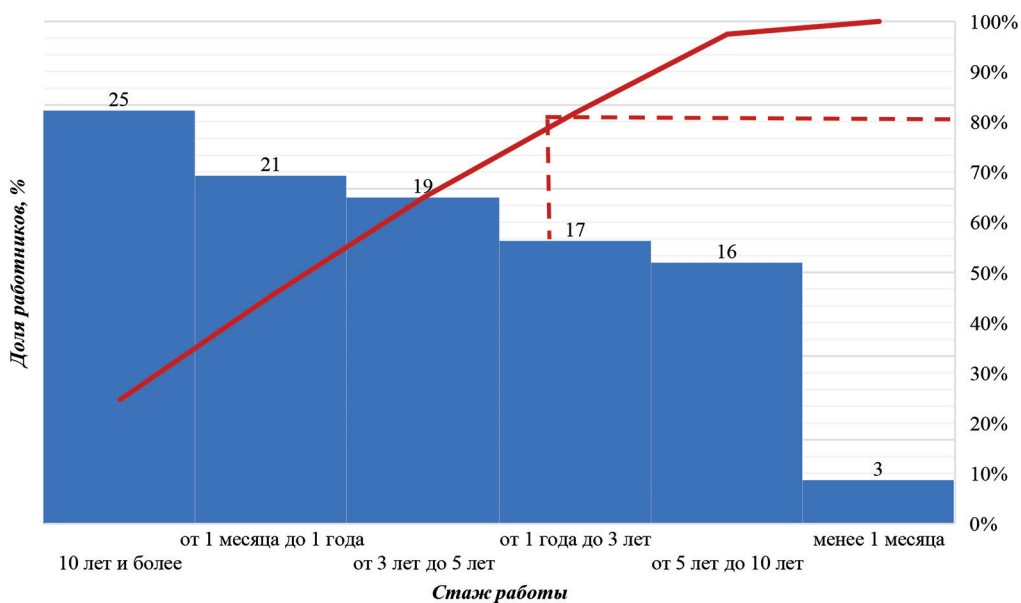


Рис. 5. Распределение страховых несчастных случаев по фактору «стаж работы» в ООО «Рудстрой» в период с 2019 по 2024 гг.

Fig. 5. Distribution of insurance accidents by the «work experience» factor at LLC «Rudstroy» in the period from 2019 to 2024

падение на ровной поверхности одного уровня — 16,9%; воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов, деталей, машин и других механизмов — 14,3% (рис. 3). Это свидетельствует о необходимости усиления мер безопасности путем совершенствования организации рабочих мест, применения средств индивидуальной и коллективной защиты, повышения квалификации персонала в области безопасных методов выполнения работы. Для визуализации структуры причинно-следственных связей была построена диаграмма Парето (см. рис. 3), которая позволяет определить наиболее значимые факторы риска. Построив кумулятивную кривую и проведя анализ по принципу 80/20, мы можем разделить факторы на значимые и незначимые. Граница, соответствующая 80% кумулятивных данных, позволила выделить приоритетные направления для разработки целевых мероприятий по сниже-

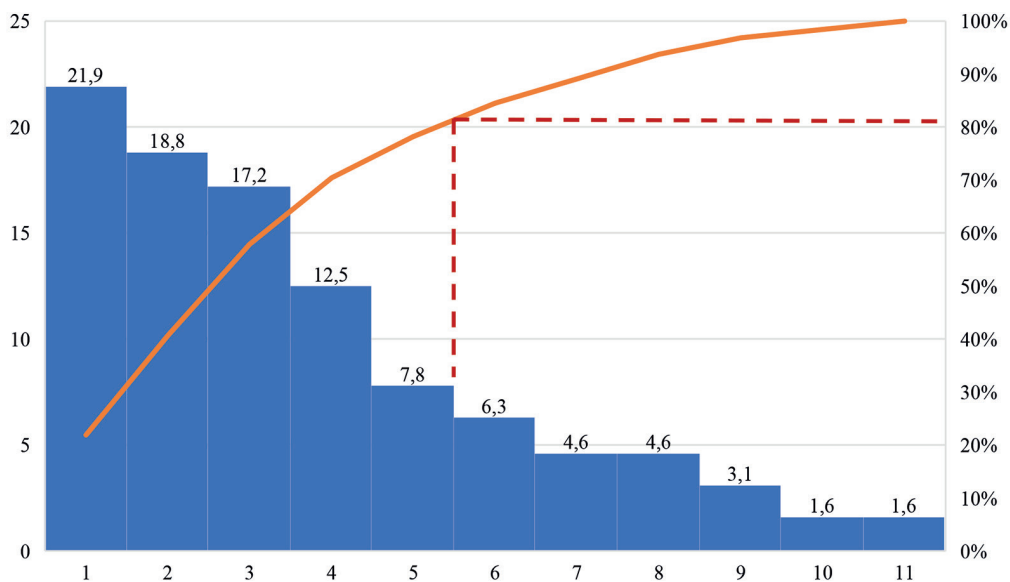
нию производственного травматизма в ООО «Рудстрой».

Наиболее уязвимая категория сотрудников ООО «Рудстрой» по возрастному критерию представлена работниками в возрасте от 31 до 54 лет, доля которых составляет 48,1% (рис. 4).

На втором месте находятся сотрудники в возрасте от 25 до 34 лет, их доля составляет 24,7%, а на третьем — работники в возрасте от 55 до 64 лет: 20,8% от общего числа.

Распределение страховых несчастных случаев по фактору «стаж работы» показывает незначительное различие по исследуемым группам (рис. 5). Наименьшее количество несчастных случаев было зафиксировано при стаже работы менее 1 месяца, что обусловлено наличием опытных наставников у новых работников.

В организации требуется разработка адресных профилактических мероприятий для каждой возрастной категории,



1 — неудовлетворительная организация производства работ; 2 — неосторожность, невнимательность, поспешность; 3 — конструктивные недостатки и недостаточная надежность машин, механизмов, оборудования; 4 — нарушение технологического процесса; 5 — нарушение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств; 6 — нарушение работником трудового распорядка и дисциплины труда; 7 — прочие причины, квалифицированные по материалам расследования несчастных случаев; 8 — утомление, физическое перенапряжение; 9 — неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочих мест; 10 — несовершенство технологического процесса; 11 — неприменение средств коллективной защиты

Рис. 6. Распределение страховых несчастных случаев по фактору «причины» в ООО «Рудстрой» в период с 2019 по 2024 гг.

Fig. 6. Distribution of insurance accidents by the «cause» factor in LLC «Rudstroy» in the period from 2019 to 2024

специализированных тренингов по охране труда и адаптация рабочих процессов с учетом возрастных характеристик сотрудников.

Анализ причин страховых случаев в ООО «Рудстрой» за период с 2019 по 2024 гг. выявил следующую структуру причинно-следственных связей: 21,9% инцидентов обусловлены неудовлетворительной организацией производства работ; 18,8% — неосторожностью, невнимательностью, поспешностью действий персонала; 17,2% — конструктивными недостатками и недостаточной надежностью машин, механизмов, оборудования; 12,5% — нарушениями технологического процесса; 7,8% —

нарушениями требований безопасности при эксплуатации транспортных средств; остальные случаи связаны с другими факторами (рис. 6). Высокая доля случаев, связанных с нарушением технологического процесса, требует проведения технического аудита, модернизации оборудования и оптимизации технологических регламентов.

Значительный процент инцидентов, обусловленных человеческим фактором (неосторожность, невнимательность, поспешность), подчеркивает необходимость усиления психологической подготовки персонала, повышения уровня культуры безопасности и совершенствования системы обучения безопасным мето-

Распределение несчастных случаев по профессиям, %

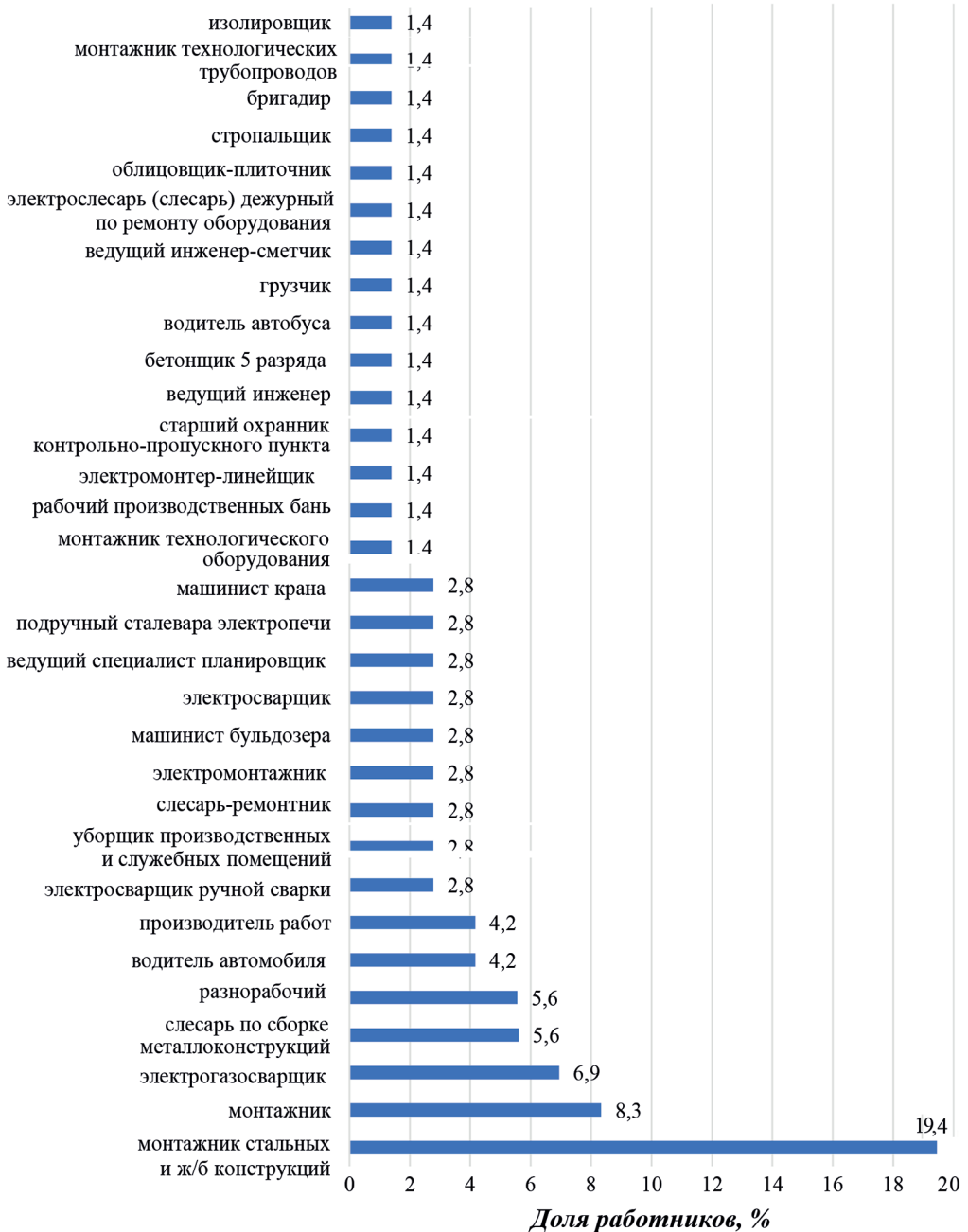


Рис. 7. Распределение страховых несчастных случаев по фактору «профессия» в ООО «Рудстрой» в период с 2019 по 2024 гг.

Fig. 7. Distribution of insurance accidents by the «profession» factor in LLC «Rudstroy» in the period from 2019 to 2024

Характер выявленных нарушений в ООО «Рудстрой» за 2024 г.
The nature of the violations identified in LLC Rudstroy in 2024

Характер нарушений	Количество
Пожарная безопасность	726
Работа на высоте	664
Складирование товарно-материальных ценностей, содержание территории	586
Электробезопасность	429
Средства индивидуальной защиты	415
Работа с грузоподъемными механизмами, погрузо-разгрузочные работы	368
Работа в котлованах	320
Наряд-допуска и наряд-задания	312
Всего	4371

дам работы. Выявленные технические факторы (конструктивные недостатки, недостаточная надежность оборудования – 15,3%. Неудовлетворительная организация производства работ (9,7%) указывает на необходимость совершенствования системы управления охраной труда на предприятии.

На рис. 7 представлено распределение страховых случаев по профессиональному признаку. Наибольшая доля несчастных случаев приходится на монтажников стальных и железобетонных конструкций (19,4%), что потенциально указывает на повышенный уровень риска, связанный с данным видом дея-



Рис. 8. Распределение причин и величины риска травмирования работников
 Fig. 8. Distribution of causes with the magnitude of the risk of injury to workers

тельности. Значительное число случаев также зарегистрировано среди монтажников общего профиля (8,3%), электрогазосварщиков (6,9%), слесарей по сборке металлоконструкций и разнорабочих (5,6%). Водители автомобилей и производители работ составляют по 4,2% от общего числа пострадавших. Остальные профессии представлены менее чем в 3% случаев.

С 2019 г. на предприятиях компании «Металлоинвест» внедрен корпоративный стандарт «Порядок применения системы СТОП-КАРТА», разработанный для оперативного выявления, устранения и предотвращения опасных действий и условий, потенциально угрожающих жизни и здоровью работников, а также способных привести к производственным авариям, инцидентам и несчастным случаям. Система предоставляет каждому сотруднику право приостановить работы при обнаружении подобных угроз. С помощью данной системы было зафиксировано 551 нарушение.

Анализ выявленных нарушений требований охраны труда в ООО «Рудстрой» за 2024 г. демонстрирует следующую структуру: наибольшее количество нарушений связано с пожарной безопасностью (726 случаев), работами на высоте (664 случая) и складированием товарно-материальных ценностей и содержанием территории (586 случаев), электробезопасностью (429 случаев) и использованием средств индивидуальной защиты (415 случаев) (таблица).

По стоп-картам были зафиксированы следующие несоответствия: соблюдение требований безопасности — 53,1%; работы повышенной опасности — 19,7%;

применение систем ограждения и средств индивидуальной защиты — 9,9%; грузоподъемные механизмы, грузозахватные приспособления и тары — 4,1%; пожарная безопасность — 3,1%; инструктажи, обучение и допуск — 2,6%; наличие разрешительных документов — 2,4%; прочее — 5%.

Обсуждение результатов

Распределение величин риска травмирования работников в зависимости от причин наглядно представлено на диаграмме Исикавы (рис. 8). Анализ диаграммы и сравнение полученных значений с приемлемым риском (10^{-6}) однозначно свидетельствуют о необходимости безотлагательной разработки и внедрения мероприятий по снижению травматизма в ООО «Рудстрой».

Заключение

Несмотря на непрерывное развитие технологий и совершенствование нормативно-правовой базы в области охраны труда, обеспечение безопасности работников при выполнении строительно-монтажных работ в горнодобывающей промышленности сохраняет свою актуальность. Многофакторный статистический анализ производственного травматизма в ООО «Рудстрой» за период с 2019 по 2024 гг. позволил идентифицировать группы повышенного риска по таким критериям, как возраст, трудовой стаж, профессиональная принадлежность, характер происшествий и причины получения травм. Данный анализ создает основу для разработки целенаправленных превентивных мер, учитывающих специфику выявленных факторов риска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Челтыбашев А. А., Судак С. Н., Карначев И. П. Некоторые аспекты обеспечения безопасности труда на предприятиях горной промышленности // Безопасность техногенных и природных систем. — 2022. — № 1. — С. 26–31. DOI: 10.23947/2541-9129-2022-1-26-31.

2. Оксман В. С., Трубецкой Н. К., Гражданкин А. И. Анализ летальных несчастных случаев в горнорудной и нерудной промышленности России // Безопасность труда в промышленности. — 2021. — № 3. — С. 28—35.
3. Беляев А. М., Шарипов Ф. Ф., Дьяконова М. А. Управление развитием добычи железной руды в Российской Федерации // Управление. — 2024. — Т. 12. — № 2. — С. 17—22.
4. Шаповал И. В., Рузаков В. О., Каримова Л. К., Мулдашева Н. А., Бейгул Н. А., Ильина Л. А., Волгарева А. Д. Производственный травматизм на горнодобывающих предприятиях Республики Башкортостан в 2017—2022 годах // Безопасность и охрана труда. — 2024. — № 1(98). — С. 8—12.
5. Луговцова Н. Ю., Тимофеева С. С., Стаценко С. В. Исследование социального риска на горнодобывающих предприятиях Кузбасса // Горный журнал. — 2019. — № 9. — С. 102—104. DOI: 10.17580/gzh.2019.09.15.
6. Бакишев К. А., Алихан А. К. Травматизм при ведении горных или строительных работ: состояние, динамика, прогноз // Journal of Actual Problems of Jurisprudence. — 2024. — Т. 109. — № 1.
7. 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.
8. Selleck R., Cattani M., Hassall M. Proposal for and validation of novel risk-based process to reduce the risk of construction site fatalities (Major Accident Prevention (MAP) program) // Safety Science. 2023, vol. 158, article 105986. DOI: 10.1016/j.ssci.2022.105986.
9. Aminu Darda'u Rafindadi, Nasir Shafiq, Idris Othman, Ahmad Ibrahim, Aliyu M. M., Miljan Mikić, Hamzh Alarifi Data mining of the essential causes of different types of fatal construction accidents // Heliyon. 2023, vol. 9, no. 2, article 13389. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.
10. Min-Yuan Cheng, Quoc-Tuan Vu, Ren-Kwei Teng Real-time risk assessment of multi-parameter induced fall accidents at construction sites // Automation in Construction. 2024, vol. 162, article 105409. DOI: 10.1016/j.autcon.2024.105409.
11. Zheng Ma, Zhen-Song Chen Mining construction accident reports via unsupervised NLP and Accimap for systemic risk analysis // Automation in Construction. 2024, vol. 161, article 105343. DOI: 10.1016/j.autcon.2024.105343.
12. Ying Lu, Le Yin, Yunxuan Deng, Guochen Wu, Chaozhi Li Using cased based reasoning for automated safety risk management in construction industry // Safety Science. 2023, vol. 163, article 106113. DOI: 10.1016/j.ssci.2023.106113.
13. Woźniak Z., Hoła H. The structure of near misses and occupational accidents in the polish construction industry // Heliyon. 2024, vol. 10, no. 4, article 26410. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e26410.
14. Muhammad Khan, Chukwuma Nnaji, Muhammad Shoaib Khan, Abdullahi Ibrahim, Doyeop Lee, Chansik Park Risk factors and emerging technologies for preventing falls from heights at construction sites // Automation in Construction. 2023, vol. 153, article 104955. DOI: 10.1016/j.autcon.2023.104955.
15. Ziyu Jin, John Gambatese, Ali Karakhan, Chukwuma Nnaji Analysis of prevention through design studies in construction: A subject review // Journal of Safety Research. 2023, vol. 84, pp. 138—154. DOI: 10.1016/j.jsr.2022.10.015.
16. Dillip Kumar Das, Ayodeji Olatunji Aiyetan, Mohamed Mostafa Hassan Mostafa A systemic archetype for enhancing occupational safety in road construction projects through worker behavior // Transportation Research Interdisciplinary Perspectives. 2024, vol. 26, article 101154. DOI: 10.1016/j.trip.2024.101154.
17. Estudillo B., Carretero-Gómez J. M., Forteza F. J. The impact of occupational accidents on economic Performance: Evidence from the construction // Safety Science. 2024, vol. 177, article 106571. DOI: 10.1016/j.ssci.2024.106571.
18. Emrah Kazan, Mumtaz A. Usmen. Worker safety and injury severity analysis of earthmoving equipment accidents // Journal of Safety Research. 2018, vol. 65, pp. 73—81. DOI: 10.1016/j.jsr.2018.02.008.
19. Amin Moniri-Morad, Masoud S. Shishvan, Mario Aguilar, Malihe Goli, Javad Sattarvand Powered haulage safety, challenges, analysis, and solutions in the mining industry; a comprehensive review // Results in Engineering. 2024, vol. 21, article 101684. DOI: 10.1016/j.rineng.2023.101684.

20. Минько В. М., Басараб А. О проблеме учета несчастных случаев и о снижении травматичности в строительстве // Безопасность труда в промышленности. – 2020. – № 5. – С. 43–47. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-5-43-47.

21. Климова Е. В., Носатова Е. А., Семейкин А. Ю. Оценка и анализ психологических причин в профилактике травматизма // Вестник НЦБЖД. – 2021. – № 1 (47). – С. 131–141. **РИАБ**

REFERENCES

1. Cheltybashev A. A., Sudak S. N., Karnachev I. P. Some aspects of ensuring occupational safety at mining enterprises. *Safety of man-made and natural systems*. 2022, no. 1, pp. 26–31. [In Russ]. DOI: 10.23947/2541-9129-2022-1-26-31.

2. Oxman V. S., Trubetskoy N. K., Grazhdankin A. I. Analysis of fatal accidents in the mining and non-metallic industry of Russia. *Occupational Safety in Industry*. 2021, no. 3, pp. 28–35. [In Russ].

3. Belyaev A. M., Sharipov F. F., Dyakonova M. A. Management of the development of iron ore mining in the Russian Federation. *Management*. 2024, vol. 12, no. 2, pp. 17–22. [In Russ].

4. Shapoval I. V., Ruzakov V. O., Karimova L. K., Muldasheva N. A., Beigul N. A., Ilyina L. A., Volgareva A. D. Occupational injuries at mining enterprises of the Republic of Bashkortostan in 2017–2022. *Safety and labor protection*. 2024, no. 1(98), pp. 8–12. [In Russ].

5. Lugovtsova N. Yu., Timofeeva S. S., Statsenko S. V. Social risk research at Kuzbass mining enterprises. *Gornyi Zhurnal*. 2019, no. 9, pp. 102–104. [In Russ]. DOI: 10.17580/gzh.2019.09.15.

6. Bakishev K. A., Alikhan A. K. Traumatism when conducting mining or construction work: state, dynamics, forecast. *Journal of Actual Problems of Jurisprudence*. 2024, vol. 109, no. 1. [In Russ].

7. Cherny K. A., Feinburg G. Z., Rosenfeld E. A. Methodological problems of professional risk assessment at mining enterprises and their solution. *Perm Journal of Petroleum and Mining Engineering*. 2021, vol. 21, no. 4, pp. 193–200. [In Russ]. DOI: 10.15593/2712-8008/2021.4.8.

8. Selleck R., Cattani M., Hassall M. Proposal for and validation of novel risk-based process to reduce the risk of construction site fatalities (Major Accident Prevention (MAP) program). *Safety Science*. 2023, vol. 158, article 105986. DOI: 10.1016/j.ssci.2022.105986.

9. Aminu Darda'u Rafindadi, Nasir Shafiq, Idris Othman, Ahmad Ibrahim, Aliyu M. M., Miljan Mikić, Hamzh Alarifi Data mining of the essential causes of different types of fatal construction accidents. *Heliyon*. 2023, vol. 9, no. 2, article 13389. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.

10. Min-Yuan Cheng, Quoc-Tuan Vu, Ren-Kwei Teng Real-time risk assessment of multi-parameter induced fall accidents at construction sites. *Automation in Construction*. 2024, vol. 162, article 105409. DOI: 10.1016/j.autcon.2024.105409.

11. Zheng Ma, Zhen-Song Chen Mining construction accident reports via unsupervised NLP and Accimap for systemic risk analysis. *Automation in Construction*. 2024, vol. 161, article 105343. DOI: 10.1016/j.autcon.2024.105343.

12. Ying Lu, Le Yin, Yunxuan Deng, Guochen Wu, Chaozhi Li Using cased based reasoning for automated safety risk management in construction industry. *Safety Science*. 2023, vol. 163, article 106113. DOI: 10.1016/j.ssci.2023.106113.

13. Woźniak Z., Hoła H. The structure of near misses and occupational accidents in the polish construction industry. *Heliyon*. 2024, vol. 10, no. 4, article 26410. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e26410.

14. Muhammad Khan, Chukwuma Nnaji, Muhammad Shoaib Khan, Abdullahi Ibrahim, Doyeop Lee, Chansik Park Risk factors and emerging technologies for preventing falls from heights at construction sites. *Automation in Construction*. 2023, vol. 153, article 104955. DOI: 10.1016/j.autcon.2023.104955.

15. Ziyu Jin, John Gambatese, Ali Karakhan, Chukwuma Nnaji Analysis of prevention through design studies in construction: A subject review. *Journal of Safety Research*. 2023, vol. 84, pp. 138–154. DOI: 10.1016/j.jsr.2022.10.015.

16. Dillip Kumar Das, Ayodeji Olatunji Aiyetan, Mohamed Mostafa Hassan Mostafa A systemic archetype for enhancing occupational safety in road construction projects through worker behavior. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. 2024, vol. 26, article 101154. DOI: 10.1016/j.trip.2024.101154.

17. Estudillo B., Carretero-Gómez J. M., Forteza F. J. The impact of occupational accidents on economic Performance: Evidence from the construction. *Safety Science*. 2024, vol. 177, article 106571. DOI: 10.1016/j.ssci.2024.106571.

18. Emrah Kazan, Mumtaz A. Usmen. Worker safety and injury severity analysis of earthmoving equipment accidents. *Journal of Safety Research*. 2018, vol. 65, pp. 73–81. DOI: 10.1016/j.jsr.2018.02.008.

19. Amin Moniri-Morad, Masoud S. Shishvan, Mario Aguilar, Malihe Goli, Javad Sattarvand Powered haulage safety, challenges, analysis, and solutions in the mining industry; a comprehensive review. *Results in Engineering*. 2024, vol. 21, article 101684. DOI: 10.1016/j.rineng.2023.101684.

20. Minko V. M., Basarab A. On the problem of accounting for accidents and reducing the risk of injury in construction. *Occupational Safety in Industry*. 2020, no. 5, pp. 43–47. [In Russ]. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-5-43-47.

21. Klimova E. V., Nosatova E. A., Semeykin A. Yu. Assessment and analysis of psychological causes in injury prevention. *Bulletin of the National Library of Railways*. 2021, no. 1 (47), pp. 131–141. [In Russ].

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Семейкин Александр Юрьевич¹ — канд. техн. наук,
доцент, ВрИО зав. кафедрой,

e-mail: alexsem-n@yandex.ru,

ORCID ID: 0000-0001-7858-143X,

Томаровщенко Оксана Николаевна¹ — канд. техн. наук,

доцент, e-mail: ox.guzeeva@yandex.ru,

ORCID ID: 0000-0003-1408-8616,

Петрова Виктория Александровна¹ — ассистент,

e-mail: lezhand@mail.ru,

ORCID ID: 0000-0002-0245-9478,

Тюпин Денис Михайлович — главный специалист

по эксплуатации, ООО «Рудстрой»,

e-mail: dddd.tyupin@yandex.ru,

Едаменко Алена Сергеевна¹ — канд. техн. наук,

доцент, e-mail: a-edamenko@mail.ru,

ORCID ID: 0000-0002-7918-5532,

¹ Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Для контактов: Томаровщенко О.Н., e-mail: ox.guzeeva@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

A.Y. Semeykin¹, Cand. Sci. (Eng.),

Assistant Professor, e-mail: alexsem-n@yandex.ru,

ORCID ID: 0000-0001-7858-143X,

O.N. Tomarovshchenko¹, Cand. Sci. (Eng.),

Assistant Professor, e-mail: ox.guzeeva@yandex.ru,

ORCID ID: 0000-0003-1408-8616,

V.A. Petrova¹, Assistant, e-mail: lezhand@mail.ru,

ORCID ID: 0000-0002-0245-9478,

D.M. Tyupin, Chief Operating Officer,

Rudstroy LLC, 309191, Gubkin, Russia,

e-mail: dddd.tyupin@yandex.ru,

A.S. Edamenko¹, Cand. Sci. (Eng.),

Assistant Professor, e-mail: a-edamenko@mail.ru,

ORCID ID: 0000-0002-7918-5532,

¹ Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

(BSTU named after Shukhov), 308012, Belgorod, Russi.

Corresponding author: O.N. Tomarovshchenko, e-mail: ox.guzeeva@yandex.ru.

Получена редакцией 28.01.2025; получена после рецензии 02.04.2025; принята к печати 10.09.2025.

Received by the editors 28.01.2025; received after the review 02.04.2025; accepted for printing 10.09.2025.