

ИНДЕКС ПЕРСОНАЛЬНОГО РИСКА, КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ФАКТОРОМ В ОХРАНЕ ТРУДА

М. В. Туманов¹, С. Г. Гендлер¹, Е. И. Кабанов¹, В. А. Родионов¹, Е. А. Прохорова¹

¹ Санкт-петербургский горный университет, Санкт-Петербург, 199106, Россия

Аннотация: Рассмотрены вопросы управления безопасностью производств с позиции оптимизации человеческого фактора. Убедительно показано, что в целях первичной профилактики травмоопасного поведения целесообразно решить задачу прогноза получения травмы конкретным работником, исходя из доступных данных, характеризующих его функциональное состояние. Функциональное состояние человека принято оценивать по прямым показателям здоровья, непосредственно характеризующим основные физиологические функции, адаптационные возможности организма. Представляется необходимым учитывать особенности личности. Многомерная совокупность психофизиологических показателей работника сведена к индексу персонального риска, который может рассматриваться как интегральный показатель надежности конкретного работника в системе человек–техника–окружающая среда. Расчет индекса персонального риска позволяет оптимизировать распределение персонала по специальностям, целенаправленно отбирая работников с низким уровнем риска для более ответственной деятельности в экстремальных условиях, тем самым решая задачу повышения эффективности всей системы управления охраной труда. Обосновывается роль и необходимость проведения процедур профессионального психофизиологического отбора работников горнодобывающих предприятий, мониторинга их функционального состояния с целью повышения надежности персонала и обеспечения снижения риска развития травматических повреждений. Отмечается, что в системе управления охраной труда этапность и модульность процедур профессионального отбора и мониторинга функционального состояния позволяет проводить первичную профилактику травм у работников и может рассматриваться как эффективный инструмент обеспечения комплексной безопасности в процессе ведения горных работ. Предложена методология процедур управления безопасностью с использованием комплексного показателя – индекса персонального риска.

Ключевые слова: человеческий фактор, функциональное состояние человека, профессиональный отбор, индекс персонального риска, риск травматизма, управление охраной труда, прогноз надежности работника, нервно-психическая устойчивость, группа риска, профилактика травматизма и аварийности.

Благодарности: Авторский коллектив выражает признательность аспиранту кафедры безопасности производств СПГУ Фазылову И. Р. за помощь в обработке материалов исследования, студентам горного факультета СПГУ Любимовой А. Л. и Красноуховой Д. Ю. за помощь в сборе и обработке первичных материалов. Исследование выполнено за счет субсидии на выполнение государственного задания в сфере научной деятельности на 2021 год №FSRW-2020–001

Для цитирования: Туманов М. В., Гендлер С. Г., Кабанов Е. И., Родионов В. А., Прохорова Е. А. Индекс персонального риска, как перспективный инструмент управления человеческим фактором в охране труда // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2022. – № 6–1. – С. 230–247. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_61_0_230.

Personal risk index as a promising management tool for human factor in labor protection

M. V. Tumanov¹, S. G. Gendler¹, E. I. Kabanov¹, V. A. Rodionov¹, E. A. Prokhorova¹

¹ St. Petersburg Mining University, St. Petersburg, 199106, Russia

Abstract: The article discusses the issues of industrial safety management from the standpoint of human factor optimization. It has been convincingly shown that for the purpose of the primary prevention of traumatic behavior, it is advisable to solve the problem of predicting injury to a specific employee, based on the available data characterizing his functional state. The functional state of a person is usually assessed by direct indicators of health, which directly characterize the main physiological functions, the adaptive capabilities of the body. It seems necessary to take into account personality traits. The multidimensional set of psychophysiological indicators of an employee is reduced to an index of personal risk, which can be considered as an integral indicator of the reliability of a particular employee in the human-technology-environment system. The calculation of the personal risk index allows you to optimize the distribution of personnel by specialty, purposefully selecting workers with a low level of risk for more responsible activities in extreme conditions, thereby solving the problem of increasing the efficiency of the entire OSH management system. The role and necessity of carrying out procedures for professional psychophysiological selection of workers of mining enterprises, monitoring of their functional state in order to increase the reliability of personnel and ensure a reduction in the risk of developing traumatic injuries are substantiated. It is noted that in the occupational safety management system, the staged and modularity of the procedures for professional selection and monitoring of the functional state allows for primary prevention of injuries among workers and can be considered as an effective tool for ensuring integrated safety in the process of mining operations. The methodology of safety management procedures using a complex indicator – the personal risk index is proposed.

Key words: human factor, human functional state, professional selection, personal risk index, injury risk, occupational safety management, employee reliability forecast, neuropsychic stability, risk group, injury and accident prevention.

Acknowledgments: Fazylov I. R. for help in processing research materials, students of the Mining Faculty of St. Petersburg State University Lyubimova A. L. and Krasnoukhova D. Yu. for help in the collection and processing of primary materials. The study was carried out at the expense of a subsidy for the fulfillment of the state task in the field of scientific activity for 2021 No. FSRW-2020-001.

For citation: Tumanov M. V., Gendler S. G., Kabanov E. I., Rodionov V. A., Prokhorova E. A. Personal risk index as a promising management tool for human factor in labor protection. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2022;(6–1):230–247. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_61_0_230.

Введение

Анализ состояния производственного травматизма в разрезе основных видов экономической деятельности, проведенный на основе данных ФСС РФ, показал, что в число видов экономической деятельности с наибольшей численностью травмированных

входят: обрабатывающие производства (25,6%); транспортировка и хранение (10,6%); деятельность в области здравоохранения и социальных услуг (9,8%); строительство (8,5%); торговля оптовая и розничная, ремонт автотранспортных средств и мотоциклов (8,4%); сельское хозяйство, лесное хозяйство,

охота, рыболовство и рыбоводство (6,8%); добыча полезных ископаемых (5,3%) и государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное обеспечение (4,8%) [1, 2].

В общей структуре причин несчастных случаев на производстве с тяжелыми последствиями, происшедших в РФ в 2019 году, преобладают несчастные случаи, обусловленные причинами организационного характера и «человеческим фактором». Так, только по причине неудовлетворительной организации производства работ в 2019 году произошел почти каждый третий несчастный случай (31,6%); по причинам нарушения правил дорожного движения — 11,2%, нарушения работниками трудового распорядка и дисциплины труда — 10,2% несчастных случаев с тяжелыми последствиями. Технологические и технические (техногенные) факторы послужили причинами 6,7% несчастных случаев с тяжелыми последствиями [1, 3, 4].

Наибольшее количество работников, погибших в результате несчастных случаев на производстве, зафиксировано в таких видах экономической деятельности, как строительство (23,2% от общего количества пострадавших со смертельным исходом), обрабатывающие производства (16,8%), транспортировка и хранение (12,7%), сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство (11,3%), добыча полезных ископаемых (7,5%) [2, 4].

По данным Росстата, удельный вес занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда в 2019 году увеличился по сравнению с 2018 годом на 0,4 процентных пункта и составил 38,3%. Наибольший удельный вес занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда зарегистрирован в следующих видах экономической деятельности: добыча

полезных ископаемых — 55,4% (в том числе добыча угля — 80,3%, добыча металлических руд — 71,9%, прочих полезных ископаемых — 59,7%); обрабатывающие производства — 43,7%; водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений — 39,4%; строительство — 39,4%, транспортировка и хранение — 34,8% (в том числе деятельность водного транспорта — 61,6%) [1, 2, 5].

Постановка проблемы

Проблема травматизма в минерально-сырьевой отрасли

Развитие систем управления охраной труда и промышленной безопасностью на горнодобывающих предприятиях России привело к снижению показателей аварийности и травматизма до уровня экономически развитых стран [6–12]: так, в наиболее травмоопасной угледобывающей отрасли в 2019 г. величина удельного показателя смертельного травматизма достигла наименьшей за всю историю наблюдения величины 0,034 чел./млн тонн добытого угля [4, 5, 13]. Однако ввиду сложных производственных условий, использования высокопроизводительного, технически сложного и травмоопасного оборудования показатели смертельного травматизма в горнодобывающей отрасли все ещё находятся на чрезвычайно высоком уровне: всего в 2019 г. 55 человек получили смертельные травмы, а основным травмирующим фактором явилось воздействие машин, механизмов и транспорта (25 смертельных случаев) [5–9].

Характерной особенностью, обуславливающей высокую травмоопасность производственных процессов, реализуемых с использованием различного горношахтного оборудования и транспорта, является значитель-

ное влияние человеческого фактора при совместном использовании травмоопасных механизмов и широкой реализации ручных рабочих действий [13–17] и в условиях обитаемости в шахтных выработках [18, 19].

Причины травматизма, влияние «человеческого фактора» и необходимость профотбора

Первостепенное влияние человеческого фактора на производственный травматизм в угольной и горнорудной промышленности подтверждается в ходе расследования причин произошедших несчастных случаев, где практически в каждом акте отмечается:

- низкая производственная и технологическая дисциплина;
- несоблюдение правил техники безопасности;
- низкий уровень производственного контроля;
- несогласованные действия сотрудников;
- недостаточный уровень подготовки кадров.

В частности, в ходе исследований [19–22] упомянуто, что причинами опасных ситуаций, произошедших на угольных шахтах АО «СУЭК-Кузбасс», является недостаточная квалификация персонала, отсутствие у горнорабочих необходимых психофизиологических качеств, способствующих оперативному реагированию на проявление опасностей и их предотвращению. Зачастую главной причиной травматизма при горных работах являются действия самого пострадавшего. Так, согласно работе [23], в более чем 50% случаев причинами травматизма при воздействии машин и механизмов в комплексных механизированных забоях угольных шахт являются:

- нахождение работника в опасной зоне — 14,3%;
- ошибочные действия — 12%;

– несогласованность действий — 10,2%;

– проведение непредвиденных работ — 3%.

Среди причин несчастных случаев с тяжелыми последствиями 53% занимают причины организационного характера [1, 2, 24]:

- неудовлетворительная организация работ;
- нарушение работником трудового распорядка и дисциплины труда;
- нарушение технологического процесса;
- недостатки в подготовке работников по охране труда.

Изучение проблемы производственного травматизма в горнодобывающей отрасли привело к формированию вектора технологического развития, направленного на исключение присутствия человека при выполнении технологических процессов, связанных с риском для жизни и здоровья [3–5, 25]. В результате в настоящее время в качестве основного направления обеспечения безопасности стала рассматриваться преимущественно модернизация технологической составляющей производственных процессов без уделения должного внимания проблеме управления человеческим фактором. Так, например, считаем, что для снижения вероятности возникновения человеческих ошибок, определения эффективных адресных мер борьбы с производственным травматизмом, необходимо на системной основе осуществлять превентивный, разносторонний и комплексный анализ всех аспектов человеческого фактора [21–23], а также интегрировать систему управления рисками человеческого фактора в систему менеджмента организации на различных уровнях управления [24–28].

С точки зрения надежности технологических процессов роль человека

следует рассматривать с двух позиций [15]: с одной стороны, человек — это незаменимый элемент системы управления, который может анализировать сложную обстановку и выработать такие решения, которые не способна принять ни одна искусственная вычислительная система; с другой стороны, человек в значительной степени подвержен различным отказам, которые могут выражаться в несоблюдении требований техники безопасности, нарушении нормального течения технологических процессов, пренебрежении необходимыми средствами защиты и допущении различных ошибок.

Согласно исследованиям James T. Reason и др., в настоящее время можно выделить ряд факторов, влияющих на возникновение ошибок человека, известных в литературе как «грязная дюжина» [13, 16, 17, 24]:

- 1) недостаточность знаний (Lack of knowledge);
- 2) недостаточная информированность (Lack of awareness);
- 3) нехватка ресурсов (Lack of resources);
- 4) недостаточный уровень взаимодействия (Lack of communication);
- 5) недостаточный уровень командной работы (Lack of teamwork);
- 6) излишняя самоуверенность (Complacency);
- 7) недостаточная решительность, пассивность (Lack of assertiveness);
- 8) сознательное нарушение норм и правил (Norms);
- 9) отвлечение внимания, растерянность (Distraction);
- 10) психологическое давление (Pressure);
- 11) стресс (Stress);
- 12) усталость (Fatigue).

Представленный выше перечень позволяет предположить, что склонность человека к ошибкам во многом

зависит от ряда индивидуальных особенностей, понимание которых позволит осуществлять такое внедрение человека в производственный процесс, при котором риск его травмирования будет минимальным. Стоит отметить, что индивидуальные качества крайне важны не только в штатных режимах работы, но и в нештатных и экстремальных условиях: возможна ситуация, когда работник, демонстрирующий идеальную дисциплину в нормальном режиме работы, проявляет неадекватное и опасное поведение при возникновении экстремальных ситуаций.

Таким образом, оценка риска производственного травматизма и дальнейшая разработка защитных мер на основе анализа человеческого фактора, в первую очередь, должна быть основана на оценке индивидуальных психических, психологических и физических качеств работников и определении их склонности к травматизму. Это позволит повысить эффективность целевого профессионального отбора и предоставит необходимую информацию для разработки специальных программ профессиональной подготовки, направленных на развитие индивидуальных качеств работников и их защиту от несчастных случаев. В свою очередь, решение практической задачи оценки индивидуальных качеств работника в контексте профессиональных рисков требует привлечения соответствующего методического обеспечения.

Методология исследования и методика определения индекса персонального риска

К настоящему моменту развитие риск-ориентированного подхода позволило получить ряд методических подходов к анализу, оценке и прогнозу профессионального риска травматизма на горнодобывающих предприятиях

с учетом индивидуальных психологических и физических качеств горнорабочих. В зависимости от вида исходной информации и вычислительных алгоритмов все имеющиеся методы подразделяются на методы экспертной оценки (качественные, полуколичественные методы) и методы статистической оценки (количественные методы) [29–33].

К первой группе экспертных методов оценки профессиональных рисков, связанных с человеческим фактором, следует отнести методы расчета интегральных показателей риска и графические методы многофакторной оценки [33–35]. Однозначным преимуществом данных методов по сравнению с количественными методами оценки является их простота и возможность применения в условиях нечеткости исходных данных. При этом они позволяют в различных вариациях выполнять расчет индексов опасности человеческого фактора на основе комплекса показателей, в том числе индивидуальных качеств работников. Однако ввиду своей специфики экспертными методами свойственна крайне высокая степень субъективности результатов, что делает предпочтительным использование более точных методов количественной оценки, которые могут быть основаны на результатах статистического ретроспективного анализа [34–37].

Это формирует актуальность разработки методологии оценки риска производственного травматизма в целях профессионального отбора и подготовки персонала современных горнодобывающих предприятий, учитывающей индивидуальные психофизиологические качества работников и их склонность к получению травм.

Описание метода оценки и выборки

Понятие «травматизм» всегда предполагает взаимозависимость между

возникновением травмы, внешней обстановкой и функциональным состоянием пострадавшего.

Одной из основных проблем диагностики «травмоопасного поведения» работника является то обстоятельство, что обследование проходит уже после состоявшегося факта травмы, что в корне меняет результат. Априорная диагностика уровня здоровья здорового человека до травмы позволяет с максимальной эффективностью решать вопрос формирования группы «травмоопасного риска» на основании комплексного показателя. При таком подходе полностью реализуется целесообразный, дешёвый и социально оправданный принцип первичной профилактики травм [38–43].

Для оценки индекса персонального риска лиц молодого возраста применялись: многоуровневый личностный опросник (МЛО) «Адаптивность», анкета самооценки состояния (АСС) — для оценки психологических показателей, а для оценки уровня функционального состояния и резервных возможностей сердечно-сосудистой системы применялись стандартные нагрузочные пробы задержки дыхания (Штанге, Генча), физической подготовленности.

В ходе исследований была выделена группа лиц, в процессе профессиональной деятельности по различным причинам получивших лёгкие травмы. Характеристики психологических и первичных показателей здоровых и травмированных работников горнодобывающих предприятий приведены в табл. 1 и 2.

Рабочие, получившие травму, уже в начальный период достоверно ($p < 0,05$) отличались от нетравмированных значительным преобладанием симпатикотонии (увеличение частоты сердечных сокращений в покое и веге-

Таблица 1

Характеристика психологических показателей здоровых и травмированных работников
Characteristics of psychological indicators of healthy and injured workers

Показатель	Здоровые (n = 134) X±m	Травмированные (n = 16) X±m
АСС (суммарный показатель)	33,80±8,28	31,88±8,72
ЛАП	48,75±4,53	60,75±1,52*
ПР	26,27±3,36	33,75±1,25*
КП	13,07±1,14	15,75±0,27*
МН	9,51±0,84	11,25±0,18*
Шкала L (ложь)	51,61±2,62	48,63±0,80
Шкала F (достоверность)	49,12±3,07	56,19±1,19*
Шкала К (коррекция)	69,45±2,29	65,56±0,87
Шкала HS (сверхконтроль)	55,95±2,00	58,75±0,78
Шкала D (депрессия)	64,69±1,87	66,00±0,73*
Шкала НУ (эмоциональная лабильность)	55,11±1,90	58,13±0,67
Шкала PD (импульсивность)	65,02±1,86	66,13±0,45
Шкала MF (маскулинность /феменинность)	58,02±1,86	58,88±0,33
Шкала РА (ригидность)	59,66±1,79	63,81±0,61*
Шкала РТ (тревожность)	74,66±2,14	75,25±0,77
Шкала SC (индивидуалистичность)	65,69±2,04	69,88±0,56*
Шкала МА (оптимистичность)	62,32±2,10	62,44±0,51
Шкала SI (социальная интроверсия)	56,55±1,74	61,81±0,41*

Примечание: достоверное отличие между группами по критерию Стьюдента: * – $p < 0,05$.

Таблица 2

Характеристика первичных показателей здоровья и индексов двух групп работников
Characteristics of primary health indicators and indices of two groups of workers

Показатель, единицы измерения	Здоровые (n = 134)	Травмированные (n = 16)
ЧСС в покое, уд./мин	82,5±3,70	91,6±3,75 ***
Систолическое АД, мм рт. ст.	114,4± 3,02	113,1±0,48
Диастолическое АД, мм рт. ст.	70,5±2,34	67,8±0,58
Индекс Квааса, усл. ед.	21,18±1,40	19, 83±0,29
Вегетативный индекс Кердо, усл. ед.	19,34±4,01	21,83±0,63
ЖЕЛ, мл	3806,2±172,77	3968,75±59,28
Проба Штанге, с	54,67±4,48	60,25±1,55
Проба Генча, с	28,12±2,11	25,13±0,62
Уровень физической подготовленности, Т-балл	100,94±4,25	85,60±4,32 **

Примечание: достоверное отличие между группами по критерию Стьюдента: *** – $p < 0,001$;
 ** – $p < 0,05$.

тативного индекса Кердо), детренированностью сердечно-сосудистой системы по коэффициенту выносливости Квааса.

Все травмированные работники имели достоверные и значимые отличия в показателях функционального состояния и социально-психологических характеристиках по сравнению с работниками, травму не получившими. Именно активное выявление лиц группы травмоопасного риска и целенаправленное проведение адаптационных мероприятий по отношению к работникам с выявленными недостатками показателей функционального состояния позволяет проводить первичную профилактику травм.

В целях первичной профилактики травматических повреждений целесообразно решить задачу априорного прогноза получения травмы конкретным работником, исходя из доступных данных, характеризующих его функциональное состояние до травматического события. Функциональное состояние человека принято оценивать по прямым показателям здоровья, непосредственно характеризующим основные физиологические функции, адаптационные возможности организма. Представляется необходимым учитывать особенности личности.

Для построения прогностической модели был выполнен дискриминантный анализ исходной матрицы. Вся матрица использовалась в качестве обучающей информации, группирующим служил признак отсутствия или наличия травматического повреждения в течение полугодового периода обучения. Для уменьшения количества признаков в модели оценена информативность каждого в дисперсионном однофакторном анализе, произведена их оценка, опробован ряд моделей с различным набором признаков.

Окончательная дискриминантная модель содержала 3 переменных, указанных в табл. 3. Полученная модель достоверна ($F = 6,21$ при $p < 0,0004$).

Наиболее информативными признаками, таким образом, являются количество отжиманий ($p < 0,01$), значение личностного адаптационного потенциала (в баллах) ($p < 0,1$) и частота сердечных сокращений в покое ($p < 0,1$). Данные переменные имеют наибольшие отношения межгрупповой и внутригрупповой дисперсий.

Получена одна каноническая линейная дискриминантная функция (ЛДФ) с уровнем значимости $p < 0,00041$ (критерий хи-квадрат Пирсона — 18,14; число степеней свободы $df = 3$) с суммарным вкладом в дисперсию признаков практически 100%. Линейная дискриминантная модель после подстановки коэффициентов канонической функции для натуральных значений признаков выглядит согласно формуле (1):

$$F(1) = 1,81 + 0,067 \cdot \text{OTGIM} - 0,025\text{LAP} - 0,125 \cdot \text{PSDO} \quad (1)$$

где 1,81 — константа;

оценки признаков обследуемого:

OTGIM — количество отжиманий, (число раз);

LAP — значение личностного адаптационного потенциала (в баллах);

PSDO — значение пульса в покое (уд. мин);

Средние значения линейной дискриминантной функции:

— для первой группы (здоровые) — 0,072;

— для второй группы (получившие травму) — -1,053.

По значениям стандартизованных коэффициентов для канонической ЛДФ и её факторной структуры определены направление связи и относительная степень влияния признаков на риск получения травмы (табл. 4).

Для повышения чувствительности дискриминантной модели опытным путем подобрана априорная вероятность принадлежности к группам: $p_1 = 0,55$ и $p_2 = 0,45$. Таким образом, удалось повысить чувствительность модели до 79,1% в ущерб специфичности, которая уменьшилась до 87,3%. Это допустимо, так как в подобных задачах важно добиться меньшего значения ошибки 1-го рода ($\alpha = 24,1\%$). Показа-

тели качества полученной дискриминационной модели приведены в табл. 5.

Получена линейная дискриминантная функция, расчет которой позволяет выделять лиц с разным значением индекса персонального риска (индекс надежности) (ИПР), определяемого согласно формуле (2):

$$\text{ИПР} = 2,79 - 0,77 \cdot \text{OTGIM} + 0,028\text{LAP} + 0,14 \cdot \text{PSDO} \quad (2)$$

Таблица 3

Информативность признаков, вошедших в модель
Informative value of the features included in the model

Название признака	Значение F-критерия	Уровень значимости, p
Количество отжиманий	8,494003	0,004
Значение личностного адаптационного потенциала (ЛАП) в баллах	3,726838	0,055
Значение пульса в покое	3,257610	0,072

Таблица 4

Оценка связи между признаками и риском получения травмы
Assessment of the relationship between signs and risk of injury

Признак	Направление связи с риском получения травмы	Относительная степень влияния на риск получения травмы, %
Количество отжиманий	Обратная	43,7
Значение личностного адаптационного потенциала (ЛАП) в баллах	Прямая	29,3
Значение пульса в покое	Прямая	27,0

Таблица 5

Показатели качества полученной дискриминантной модели
Quality indicators of the obtained discriminant model

Показатель	Значение А*	Значение В**
Чувствительность, %	58,6	75,9
Специфичность, %	95,8	87,3
Диагностическая эффективность, %	88,4	85,0

Примечание: *А — при априорной вероятности, пропорциональной соотношению в группах; ** В — при априорной вероятности принадлежности ко второй группе — 0,45.

где OTGIM — количество отжиманий (число раз);

LAP — значение личностного адаптационного потенциала (в баллах);

PSDO — значение частоты пульса в покое (уд. мин.).

Положительные значения линейной дискриминантной функции соответствуют высокой степени риска получения травмы, а отрицательные — низкой.

Отнесение по результатам диагностики рабочего к группе с высокой степенью риска получения травмы является показанием для проведения в начальный период работы управленческих мероприятий охраны труда, в том числе ограничения допуска.

Использование индекса персонального риска, как комплексного предиктора «травмозащищенности», позволяет профилактически решать вопрос об ограничении использования сотрудника в деятельности, предъявляющей повышенные требования к функциональному состоянию, а также планировать прохождение углубленного медицинского обследования для ранней диагностики профессиональной патологии.

Результаты и их обсуждение

Включение рабочего в новые для него социальные отношения оказывает на личность сильное воздействие, иногда приводящее к нарушению социального поведения в процессе профессиональной деятельности.

В ходе работы было выявлено, что у лиц, в течение 5 месяцев наблюдения получивших травму, уже в начальный период работы имелись достоверные отличия в уровне развития личностного адаптационного потенциала (ЛАП) по сравнению с лицами, травмы не получившими.

Достоверные и значимые отличия ($p < 0,05$) между группами имели место по следующим психологическим

показателям: личностный адаптационный потенциал (ЛАП), поведенческая регуляция (ПР), коммуникативный потенциал (КП), моральная нормативность (МН).

Как видим, выявленная при обследовании совокупность личностных свойств снижает «травмозащищенность» рабочих, что особенно проявляется в первые полгода трудовой деятельности.

Таким образом, работники, получившие травму, по сравнению со своими здоровыми коллегами, имели до её получения более низкий уровень здоровья, выразившийся в достоверно более низких показателях нервно-психической устойчивости и физической подготовленности, а также менее адекватной регуляции физиологических функций и более сниженных функциональных резервах организма. Это свидетельствует о необходимости совершенствования профессионального отбора и проведения с первых дней работы активных мероприятий по адаптации к условиям труда данной категории горнорабочих. Именно активное выявление и целенаправленное проведение адаптационных мероприятий по отношению к рабочим с выявленными недостатками показателей здоровья позволяет проводить первичную профилактику травм на производстве.

Профилактические мероприятия, направленные на снижение уровня травматизма на горном производстве, должны включать в себя ряд основных мероприятий. Первым из этих направлений является выделение в процессе профессионально-психологического отбора лиц, по совокупности психофизиологических качеств попадающих в «группу риска» получения травмы. Для оперативной идентификации работников целесообразно использо-

вать показатели личностного адаптационного потенциала по тесту МЛО «Адаптивность», количество отжиманий и показатель частоты пульса в покое. На основе этих показателей выделяются лица, имеющие высокий индекс персонального риска получения травмы. В отношении этих лиц должны применяться ограничительные мероприятия при использовании их на «травмоопасных» работах, предъявляющих повышенные требования к уровню надежности работника.

Заключение

Защищенность горнорабочего от производственных несчастных случаев во многом зависит от его индивидуальных качеств и не может быть в полной мере обеспечена исключительно организационно-техническими мероприятиями [44,45]. Поэтому важно на системной основе осуществлять адекватный профессиональный отбор и обучение персонала, что требует использования специализированного методического обеспечения для выявления работников, относящихся к группам риска по склонности к травмам.

Применение предложенной авторами методики оценки индекса персонального риска (ИПР) позволяет устранить недостатки существующих методических подходов и предоставляет необходимое информационное обеспечение для управления человеческим фактором. При этом учет ключевых психофизиологических качеств работника демонстрирует новый взгляд на проблему травматизма и позволяет вырабатывать важные идеи для защиты персонала горнодобывающих предприятий от несчастных случаев. Однако необходимо учитывать, что при реализации мероприятий по предотвращению ошибок человека в рамках борьбы с травматизмом важно осуществлять

комплексный подход, направленный не только на управление самим человеческим фактором, но и на поддержание удовлетворительного состояния внешней производственной среды, борьбу с вредными и опасными производственными факторами, а также обеспечение сбалансированных рабочих нагрузок. При этом динамичность функционального состояния человеческого фактора в совокупности с изменяющимися производственными условиями горнодобывающих предприятий делает необходимой реализацию непрерывного механизма управления профессиональным риском травматизма, включающего регулярную идентификацию опасностей, оценку рисков и реализацию защитных мероприятий и мониторинг первичных физиологических и психологических показателей функционального состояния работника в процессе профессиональной деятельности.

Вклад авторов

Туманов М. В. — концепция исследования, постановка цели и задач исследования, обоснование актуальности проекта, методология проекта, интерпретация данных, написание рукописи.

Гендлер С. Г. — генерация идеи исследования, обоснование актуальности проекта, критический анализ рукописи.

Кабанов Е. И. — обоснование актуальности проекта, методология проекта, написание рукописи, администрирование проекта.

Родионов В. А. — методология проекта, интерпретация данных, написание рукописи, надзор.

Прохорова Е. А. — выполнение работы по систематизации материала сбор и обработка данных

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минтруд озвучил статистику производственного травматизма в России. [сайт]. URL: <https://coko1.ru/news/protection-news/mintrud-ozvuchil-statistiku-proizvodstvennogo-travmatizma-v-rossii/>.
2. Статистика травматизма по данным Росстат. [сайт]. URL: <https://rosinfostat.ru/travmatizm/>.
3. *Dmitrievich M. R., Alekseevich R. V., Borisovich S. V.* Methodological approach to issue of researching dust-explosion protection of mine workings of coal mines // *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2019, vol. 10, iss. 2, pp. 1154–1161.
4. Отчеты о деятельности Федеральной службы по труду и занятости. [сайт]. URL: https://www.rostrud.ru/press_center/doklady/otchet-y-o-deyatelnosti-federalnoy-sluzhby-po-trudu-i-zanyatosti/.
5. Occupational Injury Statistics, available at: <https://www.centrattek.ru/info/statistika-proizvod-travmatizm-po-miru-rossija/>.
6. *Lopez-Garcia J. R., Garcia-Herrero S., Gutierrez J. M., Mariscal M. A.* Psychosocial and Ergonomic Conditions at Work: Influence on the Probability of a Workplace Accident // *BioMed Research International*. 2019, pp. 1–13. available at: URL: <https://doi.org/10.1155/2019/2519020> (accessed on 14 June 2021).
7. *Chen Z., Qiao G., Zeng J.* Study on the Relationship between Worker States and Unsafe Behaviours in Coal Mine Accidents Based on a Bayesian Networks Model. *Sustainability*. 2019, vol. 11 (18), 5021. DOI: 10.3390/su11185021.
8. *Litvinenko V. S.* Digital Economy as a Factor in the Technological Development of the Mineral Sector. *Natural Resources Research*. 2020, vol. 29, pp. 1521–1541. DOI: 10.1007/s11053-019-09568-4.
9. *Рудаков М. Л.* Корпоративные программы «Ноль несчастных случаев» как элемент стратегического планирования в области охраны труда для угледобывающих предприятий // *Записки Горного института*. — 2016. — Т. 219. — С. 465–471. DOI: 10.18454/PMI.2016.3.465.
10. *Недосекин А. О., Рейшахрит Е. И., Козловский А. Н.* Стратегический подход к оценке экономической устойчивости объектов минерально-сырьевого комплекса России // *Записки Горного института*. — 2019. — Т. 237. — С. 354–360. DOI: 10.31897/pti.2019.3.354.
11. *Скопичева О. В., Баловцев С. В.* Управление аэрологическими рисками угольных шахт на основе статистических данных системы аэрогазового контроля // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. — 2021. — № 1. — С. 78–89. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-1-0 – 78 – 89.
12. *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.
13. *Хоменко А. О., Чекмарева М. А., Заболотских Т. В., Ильин С. М., Самарская Н. А.* Специфика психологических и социально-психологических риск-ориентированных подходов к управлению охраной труда // *Экономика труда*. –2019. – Т. 6 (2). – С. 901–912. DOI:10.18334/et.6.2.4093.
14. *Седельников Г. Е.* Человеческий фактор в охране труда // *Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности*. — 2015. — № 1. — С. 82–86.
15. *Koteleva N. I., Zhukovskiy Y. L., Valnev V.* Augmented Reality Technology as a Tool to Improve the Efficiency of Maintenance and Analytics of the Operation of Electromechanical Equipment // *Journal of Physics: Conference Series*. 2020, vol. 1753 (18), 012058. DOI: 10.1088/1742 – 6596/1753/1/012058.

16. Влияние человеческого фактора на риск травмирования работника. [сайт]. URL: <https://www.trudcontrol.ru/press/publications/14953/>.

17. Человеческий фактор как основная причина аварий на промышленных предприятиях. [сайт]. URL: <https://dprom.online/mtindustry/chelovecheskij-faktor/>.

18. *Protosenya A. G., Verbilo P. E.* Analysis of the Jointed Rock Mass Mechanical Characteristics Anisotropy Under Conditions of Apatite-Nepheline Mineral Deposits // Topical Issues of Rational Use of Natural Resources: Proceedings of the International Forum-Contest of Young Researchers — Saint-Petersburg, 2019, pp. 187–196.

19. *Зиновьева О. М., Кузнецов Д. С., Меркулова А. М., Смирнова Н. А.* Цифровизация систем управления промышленной безопасностью в горном деле // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2021. — № 2-1. — С. 113–123. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-21-0-113-123.

20. *Фомин А. И., Шадрина Ю. И.* Оценка профессиональных рисков с учетом человеческого фактора // XVIII Международная научно-практическая конференция «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири СИБРЕСУРС 2020». — Кемерово, 2020. — С. 506.1–506.8.

21. *Шангареев Р. Р.* Мотивация работников — основной механизм системы управления профессиональными рисками на производстве // Нефтегазовое дело. — 2018. — № 3. — С. 180–195.

22. *Виноградова О. В.* Ошибки человека как фактор производственного риска в горнодобывающей промышленности // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2020. — № 6-1. — С. 137–145. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-61-0-137-145.

23. *Михайлова В. Н., Баловцев С. В., Христофоров Н. Р.* Оценка риска возникновения профессиональных заболеваний органов слуха у горнорабочих при нарушении статьи 27 Федерального закона 52 // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2018. — № 5. — С. 228–234. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-5-0-228-234.

24. *Gendler S. G., Tumanov M. V., Levin L. Yu.* Principles for selecting, training and maintaining skills for safe work of personnel for mining industry enterprises // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2021, no. 2, pp. 156–162. DOI: 10.33271/nvngu/20212/156.

25. *Баловцев С. В.* К методике прогноза взрывобезопасности выемочных участков угольных шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2018. — № 11. — С. 218–226. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-11-0-218-226.

26. *Эльмурзаев М. А., Панченко И. А., Пахолкова Н. В.* Социально-психологическая модель здоровья и физической рекреации // Теория и практика физической культуры. — 2019. — № 6. — С. 44–46.

27. *Климова И. В., Смирнов Ю. Г., Родионов В. А.* Моделирование взаимосвязей между условиями труда и состоянием здоровья персонала нефтешахт с использованием нечеткой логики // Безопасность труда в промышленности. — 2022. — № 1. — С. 46–50. DOI: 10.24000/0409-2961-2022-1-46-50.

28. *Дубровская Ю. А., Пихконен Л. В., Дубровская В. А.* Формирование профессиональных компетенций горных инженеров на практико-ориентированных занятиях по физической культуре и спорту // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2021. — № 2. — С. 127–138. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-2-0-127-138.

29. *Vasilyeva N. V., Nikitina L. N.* Using Modern Technologies in Research Complexes and Laboratories of Saint-Petersburg Mining University for Improving the Preparation Efficiency of Specialists in the Mining Industry // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020, vol. 753, 062031, pp. 1–5. DOI: 10.1088/1757-899x/753/6/062031.

30. *Николаев А. Б.* Прогнозирование проявления человеческого фактора и коррекция вероятности его негативного влияния // Безопасность труда в промышленности. — 2017. — № 9. — С. 52–57. DOI: 10.24000/0409-2961-2017-9-52-57.

31. *Korshunov G. I., Kabanov E. I., Cehlar M.* Occupational Risk Management in a Mining Enterprise with the Aid of an Improved Matrix Method for Risk Assessment // *Acta Montanistica Slovaca*. 2020, vol. 25 (3), pp. 289–301. DOI: 10.46544/AMS.v25i3.3.

32. *Smirniakova V. V., Smirniakov V. V., Almosova Y. V., Kargopolova A.* “Vision Zero” Concept as a Tool for the Effective Occupational Safety Management System Formation in JSC “SUEK-Kuzbass” // *Sustainability*. 2021, vol. 13 (11), 6335, pp. 1–19. DOI: 10.3390/su13116335.

33. *Gendler S. G., Prokhorova E. A.* Risk-Based Methodology for Determining Priority Directions for Improving Occupational Safety in the Mining Industry of the Arctic Zone // *Resources*. 2021, vol. 10 (3), 20, pp. 1–14. DOI: 10.3390/resources10030020.

34. *Chumakov N. A., Tumanov M. V., Zakharov A. A.* Some Issues of Modern Career Guidance // *Proceedings of 17th Russian Scientific and Practical Conference on Planning and Teaching Engineering Staff for the Industrial and Economic Complex of the Region, St. Petersburg*, 2018, pp. 156–158. DOI: 10.1109/ptes.2018.8604189.

35. *Фролова Е. А.* Прогнозирование факторов, влияющих на производственный травматизм // *Южно-Сибирский научный вестник*. — 2020. — № 2 (30) — С. 52–56. DOI: 10.25699/SSSB.2020.30.62670.

36. *Ермаков С. В.* Управление риском чрезвычайных ситуаций на основе прогнозирования и минимизации влияния человеческого фактора на навигационную безопасность плавания судна // Автореф. дис. канд. техн. наук. — Калининград: Калининградский государственный технический университет, 2018. — 20 с.

37. *Пахолкова Н. В., Вахнина Е. Г., Зайцев А. В.* Актуальность развития личности студентов в современных условиях // *Теория и практика физической культуры*. — 2020. — № 4. — С. 40–41.

38. *Palyanitsina A. N., Akhmedova A. N.* Implementing the Case Study Method in a Process of Teaching Oil Engineers // *Journal of Physics: Conference Series*. 2020, no. 1515 (213), 022049, pp. 1–5. DOI: 10.1088/1742–6596/1515/2/022049.

39. *Цхадая Н. Д., Захаров Д. Ю.* Совершенствование процедуры профессионального отбора персонала для работ с повышенной опасностью // *Записки Горного института*. — Т. 230. — С. 204–208. DOI: 10.25515/pmi.2018.2.204.

40. *Lvov V. V., Smirnova Z. V., Artemova E. I., Averianova T. A., Aleksyuk I. O., Tonkikh A. P.* State of University – Employer Interaction Models in Russia // *Journal of Entrepreneurship Education*. 2019, vol. 22, iss. 4, pp. 1–9.

41. *Кречманн Ю., Плиен М., Нгуен Нга Х. Т., 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.

42. *Gubin V. V., Fedorova E. R., Darin A. A.* Methods of Training Simulators Development in Aspect of Increasing Efficiency and Safety Production // *International Journal of Management*. 2019, vol. 10 (2), pp. 117–121. DOI: 10.34218/IJM.10.2.2019.010.

43. *Чемезов Е. Н.* Принципы обеспечения безопасности горных работ при добыче угля // *Записки Горного института*. — 2019. — Т. 240. — С. 649–653. DOI: 10.31897/pmi.2019.6.649.

44. *Кулецкий К. В., Жунда С. В., Рудаков М. Л., Пасынков А. В., Собынин Д. С.* Использование процедуры управления профессиональными рисками в целях совершенствования обучения по охране труда работников организаций по добыче угля открытым способом // *Безопасность труда в промышленности*. — 2020. — № 2. — С. 74–79. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-2-74–79.

45. *Сафиуллин Р. Н., Афанасьев А. С., Резниченко В. В.* Концепция развития систем мониторинга и управления интеллектуальных технических комплексов // *Записки Горного института*. — 2019. — Т. 237. — С. 322–330. DOI: 10.31897/pmi.2019.3.322. **ПЛАБ**

REFERENCES

1. The Ministry of Labor Announced the Statistics of Industrial Injuries in Russia, available at: <https://coko1.ru/news/protection-news/mintrud-ozvuchil-statistiku-proizvodstvennogo-travmatizma-v-rossii/>. [In Russ].
2. Injury Statistics According to Rosstat, available at: <https://rosinfostat.ru/travmatizm/>. [In Russ].
3. Dmitrievich M. R., Alekseevich R. V., Borisovich S. V. Methodological approach to issue of researching dust-explosion protection of mine workings of coal mines. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2019, vol. 10, iss. 2, pp. 1154–1161.
- 4 Report About the Activity of Federal Service for Labor and Employment, available at: https://www.rostrud.ru/press_center/doklady/otchety-o-deyatelnosti-federalnoy-sluzhby-po-trudu-i-zanyatosti/. [In Russ].
5. Occupational Injury Statistics, available at: <https://www.centrattek.ru/info/statistika-proizvod-travmatizm-po-miru-rossija/>.
6. Lopez-Garcia J. R., Garcia-Herrero S., Gutierrez J. M., Mariscal M.A. Psychosocial and Ergonomic Conditions at Work: Influence on the Probability of a Workplace Accident. *BioMed Research International*. 2019, pp. 1–13. available at: URL: <https://doi.org/10.1155/2019/2519020> (accessed on 14 June 2021).
7. Chen Z., Qiao G., Zeng J. Study on the Relationship between Worker States and Unsafe Behaviours in Coal Mine Accidents Based on a Bayesian Networks Model. *Sustainability*. 2019, vol. 11 (18), 5021. DOI: 10.3390/su11185021.
8. Litvinenko V. S. Digital Economy as a Factor in the Technological Development of the Mineral Sector. *Natural Resources Research*. 2020, vol. 29, pp. 1521–1541. DOI: 10.1007/s11053-019-09568-4.
9. Rudakov M. L. «Zero Accident» Corporate Program as an Element of Strategic Planning in the Field of Occupational Safety and Health at Coal Mining Enterprises. *Journal of Mining Institute*. 2016, vol. 219, pp. 465–471. [In Russ]. DOI: 10.18454/PMI.2016.3.465.
10. Nedosekin A. O., Rejshahrit E. I., Kozlovskij A. N. Strategic Approach to Assessing Economic Sustainability Objects of Mineral Resources Sector of Russia. *Journal of Mining Institute*. 2019, vol. 237, pp. 354–360. [In Russ]. DOI: 10.31897/pmi.2019.3.354.
11. Skopintseva O. V., Balovtsev S. V. Air quality control in coal mines based on gas monitoring statistics. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2021, no. 1, pp. 78–89. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-1-0-78-89.
12. Nikulin A. N., Dolzhikov I. S., Klimova I. V., Smirnov Y. G. Assessment of the Effectiveness and Efficiency of the Occupational Health and 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.
13. Khomenko A. O., Chekmareva M.A., Zabolotskich T. V., Ilin S. M., Samarskaya N. A. The Specifics of Psychological and Social Psychological Risk-Oriented Approaches to Occupational Health and Safety Management. *Russian Journal of Labor Economics*, 2019, vol. 6 (2), pp. 901–912. [In Russ]. DOI:10.18334/et.6.2.4093.
14. *Sedelnikov G. E.* Human Factor In Labor Protection. *Vestnik Nauchnogo centra po bezopasnosti rabot v ugol'noj Promyshlennosti*. 2015, no. 1, pp. 82–86. [In Russ].
15. Koteleva N. I., Zhukovskiy Y. L., Valnev V. Augmented Reality Technology as a Tool to Improve the Efficiency of Maintenance and Analytics of the Operation of Electromechanical Equipment. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020, vol. 1753 (18), 012058. DOI: 10.1088/1742 – 6596/1753/1/012058.
16. The Influence of the Human Factor on the Employer’s Injury Risk. Available at: <https://www.trudcontrol.ru/press/publications/14953/>. [In Russ].
17. The Human Factor as the Main Cause of Accidents at Industrial Enterprises. Available at: <http://dprom.online/mtindustry/chelovecheskij-faktor/>. [In Russ].

18. Protosenya A. G., Verbilo P. E. Analysis of the Jointed Rock Mass Mechanical Characteristics Anisotropy Under Conditions of Apatite-Nepheline Mineral Deposits. *In Topical Issues of Rational Use of Natural Resources: Proceedings of the International Forum-Contest of Young Researchers*. Saint-Petersburg, 2019, pp. 187–196.
19. Zinovieva O. M., Kuznetsov D. S., Merkulova A. M., Smirnova N. A. Digitalization of industrial safety management systems in mining. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2021, no. 2–1, pp. 113–123. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-21 – 0-113 – 123.
20. Fomin A. I., Shadrina J. I. Assessment of Professional Risks Taking into Account Human Factors. In Natural and Intellectual Resources of Siberia. *Proceedings of the International Conference*, Kemerovo, 2020. pp. 506.1–506.8. [In Russ].
21. Shangareyev R. R. Employees Motivation The Basic Mechanism of Professional Risks Management System. *Petroleum engineering*. 2018, no. 3, pp. 180–195. [In Russ].
22. Vinogradova O. V. Human errors as a factor of production risk in the mining industry. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020, no. 6 – 1, pp. 137–145. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-61 – 0-137 – 145.
23. Mikhaylova V. N., Balovtsev S. V., Khristoforov N. R. Assessment of occupational hearing disorder on the violation of article 27 of federal law 52 in mining. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2018, no. 5, pp. 228–234. [in Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-5-0-228-234.
24. Gendler S. G., Tumanov M. V., Levin L. Yu. Principles for selecting, training and maintaining skills for safe work of personnel for mining industry enterprises. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2021, no. 2, pp. 156–162. DOI: 10.33271/nvngu/20212/156.
25. Balovtsev S. V. Explosion safety procedure for working areas in coal mines. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2018, no. 11, pp. 218–226. [in Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-11-0-218-226.
26. Elmurzaev M. A., Panchenko I. A., Pakholkova N. V. Socio-Psychological Health/Physical Recreation Model. *Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kultury*. 2019, no. 6, pp. 44–46. [In Russ].
27. Klimova I. V., Smirnov Y. G., Rodionov V. A. Modeling of the Interrelations between the Working Conditions and the Health of Oil Sheds Personnel using Fuzzy Logic. *Occupational Safety in Industry*. 2022, no. 1, pp. 46–50. [In Russ]. DOI: 10.24000/0409-2961-2022-1-46 – 50.
28. Dubrovskaya Yu. A., Pikhkonen L. V., Dubrovskaya B. A. Professional competence formation in experience-oriented physical training and sports activities of mining engineers. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2021, vol. 2, pp. 127–138. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-2-0 – 127 – 138.
29. Vasilyeva N. V., Nikitina L. N. Using Modern Technologies in Research Complexes and Laboratories of Saint-Petersburg Mining University for Improving the Preparation Efficiency of Specialists in the Mining Industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020, vol. 753, 062031, pp. 1–5. DOI: 10.1088/1757 – 899x/753/6/062031.
30. Nikolaev A. B. Prediction of the Human Factor Manifestation and Correction of its Negative Influence Probability. *Occupational Safety in Industry*. 2017, vol. 9, pp. 52–57. [In Russ]. DOI: 10.24000/0409-2961-2017-9-52 – 57.
31. Korshunov G. I., Kabanov E. I., Cehlar M. Occupational Risk Management in a Mining Enterprise with the Aid of an Improved Matrix Method for Risk Assessment. *Acta Montanistica Slovaca*. 2020, vol. 25 (3), pp. 289–301. DOI: 10.46544/AMS.v25i3.3.
32. Smirniakova V. V., Smirniakov V. V., Almosova Y. V., Kargopolova A. “Vision Zero” Concept as a Tool for the Effective Occupational Safety Management System Formation in JSC “SUEK-Kuzbass”. *Sustainability*. 2021, vol. 13 (11), 6335, pp. 1–19. DOI: 10.3390/su13116335.

33. Gendler S. G., Prokhorova E. A. Risk-Based Methodology for Determining Priority Directions for Improving Occupational Safety in the Mining Industry of the Arctic Zone. *Resources*. 2021, vol. 10 (3), 20, pp. 1–14. DOI: 10.3390/resources10030020.

34. Chumakov N. A., Tumanov M. V., Zakharov A. A. Some Issues of Modern Career Guidance. *Proceedings of 17th Russian Scientific and Practical Conference on Planning and Teaching Engineering Staff for the Industrial and Economic Complex of the Region, St. Petersburg*, 2018, pp. 156–158. DOI: 10.1109/ptes.2018.8604189.

35. Frolova E. A. Factors Influencing Forecasting of Individual Injuries. *Uzhno-Sibirskiy Naychniy Vestnik*. 2020, no. 2 (30), pp. 52–56. [In Russ]. DOI: 10.25699/SSSB.2020.30.62670.

36. Ermakov S. V. Emergency Risk Management Based on Forecasting and Minimizing the Impact of The Human Factor on the Navigation Safety of the Vessel. Author's abstract dis. cand. tech. sciences. Kaliningrad State Technical University: Kaliningrad, Russia, 2018. 20 p.

37. Pakholkova N. V., Vakhnina E. G., Zaitsev A. V. Relevance of Personality Development of Students in Modern Conditions. *Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kultury*. 2020, vol. 4, pp. 40–41. [In Russ.].

38. Palyanitsina A. N., Akhmedova A. N. Implementing the Case Study Method in a Process of Teaching Oil Engineers. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020, no. 1515 (213), 022049, pp. 1–5. DOI: 10.1088/1742–6596/1515/2/022049.

39. Tskhadaya N. D., Zakharov D. Y. Improvement of the Procedure of Recruitment of Personnel for Hazardous Work Environment. *Journal of Mining Institute*. 2018, vol. 230, pp. 204–208. [In Russ]. DOI: 10.25515/pmi.2018.2.204.

40. Lvov V. V., Smirnova Z. V., Artemova E. I., Averianova T. A., Aleksiuk I. O., Tonkikh A. P. State of University Employer Interaction Models in Russia. *Journal of Entrepreneurship Education*. 2019, vol. 22, iss. 4, pp. 1–9.

41. Kretschmann J., Plien M., Nguyen N., Rudakov M. Effective Capacity Building by Empowerment Teaching in the Field of Occupational Safety and Health Management in Mining. *Journal of Mining Institute*. 2020, vol. 242, pp. 248–256. DOI:10.31897/PMI.2020.2.248.

42. Gubin V. V., Fedorova E. R., Darin A. A. Methods of Training Simulators Development in Aspect of Increasing Efficiency and Safety Production. *International Journal of Management*. 2019, vol. 10 (2), pp. 117–121. DOI: 10.34218/IJM.10.2.2019.010.

43. Chemezov E. N. Industrial Safety Principles in Coal Mining. *Journal of Mining Institute*. 2019, vol. 240, pp. 649–653. DOI: 10.31897/pmi.2019.6.649.

44. Kuletskiy K. V., Zhunda S. V., Rudakov M. L., Pasyukov A. V., Sobyenin D. S. Use of Occupational Risk Management Procedure with the Aim of Improving Training on Occupational Safety for the Employees of the Open-Pit Coal Mining Organizations. *Occupational Safety in Industry*. 2020, no. 2, pp. 74–79. [In Russ]. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-2-74–79.

45. Safullin R. N., Afanasyev A. S., Reznichenko V. V. The Concept of Development of Monitoring Systems and Management of Intelligent Technical Complexes. *Journal of Mining Institute*. 2019, vol. 237, pp. 322–330. [In Russ]. DOI: 10.31897/pmi.2019.3.322.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Туманов Максим Валентинович¹ — канд. мед. наук, доцент кафедры безопасности производств, <https://orcid.org/0000-0003-3795-1005>, e-mail: Tumanov_MV@pers.spmi.ru;

Гендлер Семен Григорьевич¹ — докт. техн. наук, профессор кафедры безопасности производств, <https://orcid.org/0000-0002-7721-7246>, e-mail: gendler_SG@pers.spmi.ru;

*Кабанов Евгений Игоревич*¹ — канд. техн. наук, ассистент кафедры безопасности производств, <https://orcid.org/0000-0001-7580-9099>, e-mail: Kabanov_EI@pers.spmi.ru;
*Родионов Владимир Алексеевич*¹ — канд. техн. наук, доцент кафедры безопасности производств, <https://orcid.org/0000-0003-2398-5829>, e-mail: Rodionov_VA@pers.spmi.ru;
*Прохорова Елизавета Александровна*¹ — аспирант 2 года обучения, <https://orcid.org/0000-0002-5018-1773>, e-mail: Prokhorova_EA2@pers.spmi.ru;

¹ Санкт-Петербургский горный университет, 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д. 2, Россия.

Для контактов: *Туманов Максим Валентинович*, e-mail: Tumanov_MV@pers.spmi.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Tumanov M. V.*¹, Cand. Sci. (Medical), Associate Professor of the Department of Industrial Safety, <https://orcid.org/0000-0003-3795-1005>, e-mail: Tumanov_MV@pers.spmi.ru;

*Gendler S. G.*¹, Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Department of Industrial Safety, <https://orcid.org/0000-0002-7721-7246>, e-mail: gendler_SG@pers.spmi.ru;

*Kabanov E. I.*¹, Cand. Sci. (Eng.), Assistant of the Department of Industrial Safety, <https://orcid.org/0000-0001-7580-9099>, e-mail: Kabanov_EI@pers.spmi.ru;

*Rodionov V. A.*¹, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of Industrial Safety, <https://orcid.org/0000-0003-2398-5829>, e-mail: Rodionov_VA@pers.spmi.ru;

*Prokhorova E. A.*¹, postgraduate student of 2 years of study, <https://orcid.org/0000-0002-5018-1773>, e-mail: Prokhorova_EA2@pers.spmi.ru;

¹ Saint Petersburg Mining University, 199106, Saint Petersburg, 21st line V. O., 2, Russia.

Corresponding author: *Maxim V. Tumanov*, e-mail: Tumanov_MV@pers.spmi.ru

Получена редакцией 14.01.2022; получена после рецензии 30.05.2022; принята к печати 10.05.2022.

Received by the editors 14.01.2022; received after the review 30.05.2022; accepted for printing 10.05.2022.

