

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 331.45

Повышение безопасности труда горнорабочего очистного забоя на основе оценки травмоопасности работ

Е.В. Стасева, М.В. Кужелева, Н.А. Минаева, А.А. Матяш

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Повышение безопасности труда горнорабочих в очистных забоях является важной проблемой, связанной с оценкой травмоопасности выполняемых работ. Для достижения этой цели необходимо применять комплексный подход, включающий анализ факторов риска, оценку условий труда, а также внедрение современных технологий и методов управления безопасностью. Горнорабочий очистного забоя выполняет сложные и ответственные задачи в процессе труда. Работа эта связана с определенными рисками и неблагоприятными условиями труда, которые могут негативно сказываться на их здоровье и безопасности. Целью данной статьи является повышение безопасности труда на рабочем месте горнорабочего очистного забоя на основе анализа условий труда и оценки опасности этапов производства работ. В работе предложены мероприятия, направленные на снижение травмоопасности производства работ горнорабочего. Данный подход направлен на обеспечение безопасности технологического процесса и снижение уровня производственного травматизма.

Ключевые слова: травмоопасность, профессиональные риски, технологический процесс, угольная отрасль

Для цитирования. Стасева Е.В., Кужелева М.В., Минаева Н.А., Матяш А.А. Повышение безопасности труда горнорабочего очистного забоя на основе оценки травмоопасности работ. *Молодой исследователь Дона*. 2024;9(6):9–15.

Improvement of Mine Face Safety Based on Accident Hazard Assessment

Elena V. Staseva, Marina V. Kuzheleva, Nadezhda A. Minaeva, Anastasiya A. Matyash

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

Improving the safety of miners at the mine face is an important problem related to the injury risk assessment. To achieve this goal, it is necessary to use a comprehensive approach, including risk factor analysis, assessment of working conditions, and the introduction of modern technologies and safety management methods. A coalface miner performs complex and responsible tasks in the process of work. This work is associated with certain risks and unfavorable working conditions, which can negatively affect their health and safety. The aim of this work is to improve labor safety at the workplace of a coalface miner based on the analysis of working conditions and assessment of the danger of the stages of work. The paper proposes measures aimed at reducing the injury risk of mining operations. This approach is aimed at ensuring the safety of the technological process and reducing the level of occupational injuries.

Keywords: injury risk, occupational risks, technological process, coal industry

For citation. Staseva EV, Kuzheleva MV, Minaeva NA, Matyash AA. Improvement of Mine Face Safety Based on Accident Hazard Assessment. *Young Researcher of Don*. 2024;9(6):9–15.

Введение. Безопасность труда в горнодобывающей отрасли является одной из актуальных и приоритетных задач, учитывая высокие риски, связанные с работой в подземных условиях. Горнорабочие, занимающиеся очистным забоем, подвергаются значительным угрозам, связанным с возможностью травматизма и несчастных случаев. В условиях постоянного технологического развития и внедрения новых методов ведения горных работ важно не только повышать производительность, но и уделять пристальное внимание вопросам охраны труда. Исследование в области повышения безопасности труда горнорабочих очистного забоя становится необходимым для создания безопасных рабочих условий, минимизации травмоопасности и улучшения общего уровня безопасности на предприятии.

Цель работы заключается в изучении особенностей условий труда на рабочем месте горнорабочего очистного забоя. Для этого необходимо решить следующие задачи: провести анализ рабочего места горнорабочего очистного забоя; выявить основные опасности технологического процесса; разработать рекомендации по совершенствованию методов, направленных на снижение трамвоопасности, что может существенно снизить уровни производственного травматизма [1, 2]. В данном исследовании выявляются ключевые факторы риска и предлагаются рекомендации по их снижению.

Основная часть. В настоящее время в экономике большое внимание уделяется угольной отрасли. Она находится на новом этапе развития и по праву является одной из ведущих отраслей экономики. Численность работающих на угледобывающих предприятиях России к 2023 году составила порядка 143 тысяч человек, что составляет 0,3 % от всего занятого трудоспособного населения страны [3]. Работа шахтеров характеризуется наличием опасных факторов труда, которые являются причинами случаев травматизма. Горнорабочий очистного забоя — это одна из основных шахтерских профессий в угольной отрасли промышленности. Этот работник является ответственным за проведение работ по очистке и подготовке забоя для безопасной и эффективной добычи полезных ископаемых.

На рис. 1 показано распределение случаев травматизма на шахтах по профессиям пострадавших за период с 2014 по 2022 годы [3]. По данным статистики, к наиболее трамвоопасным профессиям относятся: подземный проходчик (26 % от всех случаев трамвирования), горнорабочий очистного забоя (19 % случаев), подземный электрослесарь (16 % случаев).

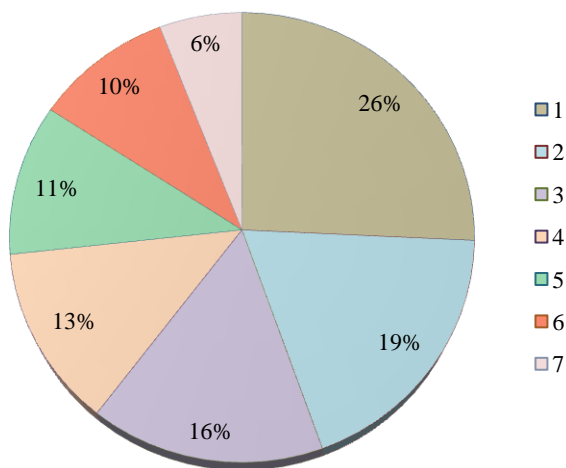


Рис. 1. Распределение травматизма на шахтах по профессиям пострадавших за период с 2014 по 2022 годы: 1 — подземный проходчик; 2 — горнорабочий очистного забоя; 3 — подземный электрослесарь; 4 — машинист горных выемочных машин; 5 — крепильщик; 6 — водитель автомобиля; 7 — остальные виды профессий

Распределение профессиональных заболеваний среди работников в угольной отрасли по профессиям представлено на рис. 2 [3, 4].

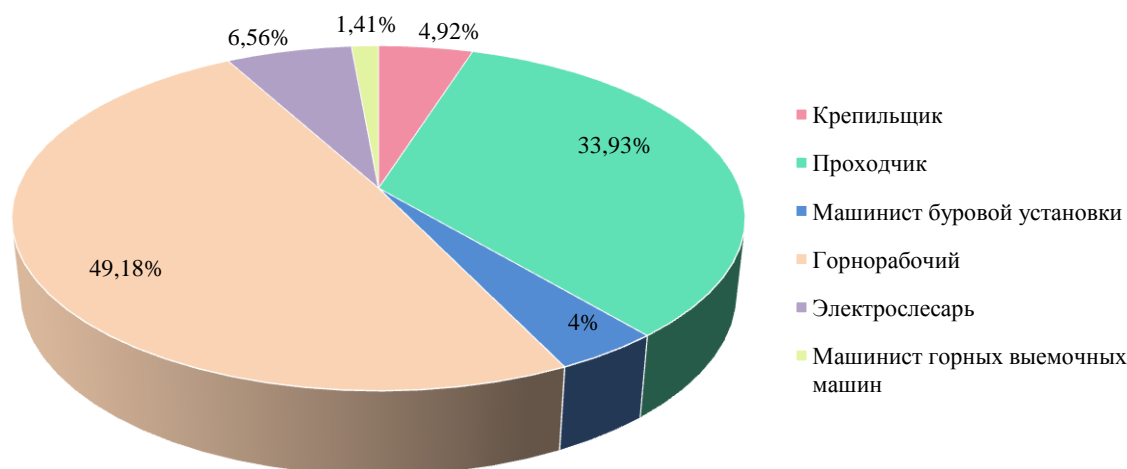


Рис. 2. Распределение профессиональных заболеваний в угольной отрасли по профессиям

Большинство профессиональных заболеваний фиксируется среди таких профессий, как горнорабочий (49,18 %) и проходчик (33,93 %). Это объясняется комплексом воздействующих вредных производственных факторов — шума, вибрации, пыли, плохих микроклиматических условий, низкого уровня освещенности, тяжести труда и пр. [3, 4].

В целях определения травмоопасных факторов труда и повышения безопасности сотрудников работодателем проводится оценка профессиональных рисков, которая является одной из обязательных процедур системы управления охраной труда на предприятии [5, 6].

В работе представлены результаты оценки профессионального риска на примере рабочего места горнорабочего очистного забоя АО «Донской Антрацит». Средняя численность работников предприятия составляет 987 человек, из них женщин — 168 человек (17 %), мужчин — 819 человек (83 %). Удельное соотношение мужчин и женщин на АО «Донской Антрацит» представлено на рис. 3 [7].

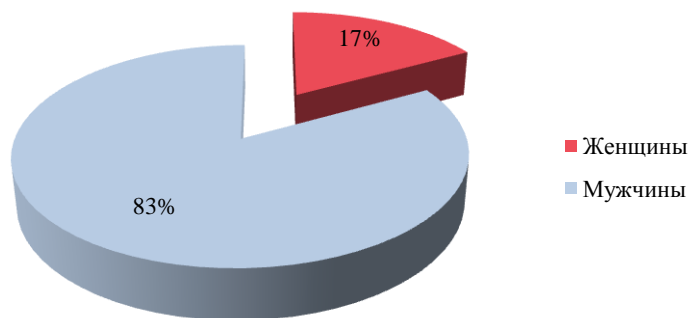


Рис. 3. Удельное соотношение мужчин и женщин на АО «Донской Антрацит»

Одним из основных показателей состояния охраны труда на предприятии являются данные по травматизму и условиям труда [6, 7]. Сведения о травматизме на АО «Донской Антрацит» за период с 2018 по 2022 год представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сведения о травматизме на АО «Донской Антрацит» за период с 2018 по 2022 годы

№ п/п	Показатель	2018	2019	2020	2021	2022
1	Количество несчастных случаев со смертельным исходом	0	1	1	0	1
2	Количество несчастных случаев с тяжелым исходом	5	4	5	5	5
3	Количество аварий на ОПО	0	0	0	0	0
4	Количество инцидентов	0	0	1	0	0
5	Всего травмированных в результате аварий и несчастных случаев:	5	5	7	5	6
5.1	– из них со смертельных исходом	0	1	1	0	1

На рис. 4 представлено распределение случаев травматизма по основным причинам на АО «Донской Антрацит».

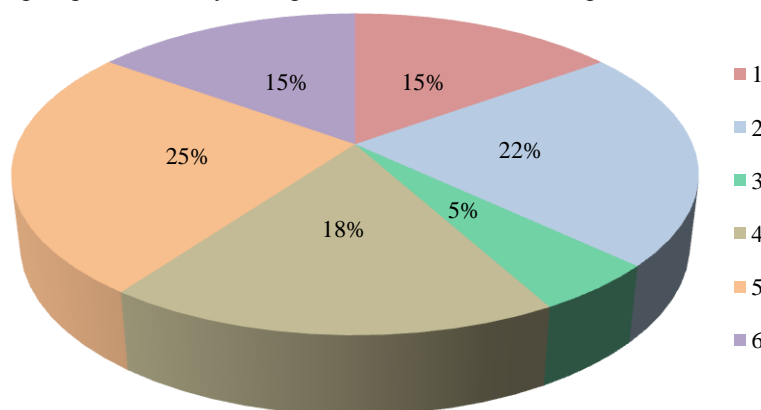


Рис. 4. Основные причины травматизма на АО «Донской Антрацит»: 1 — неблагоприятные условия труда; 2 — неудовлетворительная организация производства работ; 3 — воздействие электрического тока; 4 — нарушение технологического процесса; 5 — обвалы и обрушение горной породы; 6 — воспламенение угольной пыли

Основными причинами травматизма на АО «Донской Антрацит» являются: обвалы и обрушения горной породы (25 %), неудовлетворительная организация производства работ (22 %), нарушение технологического процесса (18 %), неблагоприятные условия труда (15 %), воспламенение угольной пыли (15 %), воздействие электрического тока (5 %). Количество рабочих мест на АО «Донской Антрацит» — 394, из них с вредными условиями труда — 329 рабочих мест, что составляет 83,5 % от общего числа рабочих мест на предприятии. Распределение рабочих мест по классам условий труда представлено на рис. 5.

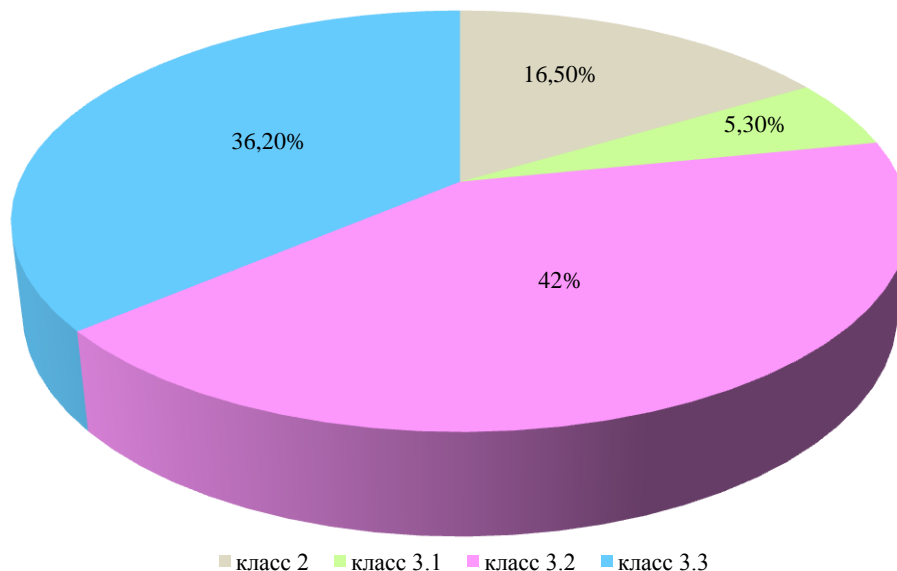


Рис. 5. Распределение рабочих мест по классам условий труда

На предприятии АО «Донской Антрацит» рабочих мест по профессии горнорабочий — 76. Согласно данным сводной ведомости специальной оценки условий труда, в таблице 2 представлено распределение рабочих мест горнорабочего очистного забоя по условиям труда.

Таблица 2

Распределение рабочих мест горнорабочего очистного забоя по условиям труда на АО «Донской Антрацит»

Всего рабочих мест	класс 2	класс 3.1	класс 3.2	класс 3.3	класс 3.4
На предприятии 394	65,0	21,0	165,0	143,0	–
	16,5 %	5,3 %	42,0 %	36,2 %	–
в том числе горнорабочий очистного забоя	–	–	–	76,0	–
	–	–	–	53,1 %	–

На рабочих местах горнорабочего очистного забоя установлены вредные условия труда класса 3.3. Таким образом, из 143 рабочих мест класса 3.3, 76 рабочих мест приходится на горнорабочего очистного забоя, что составляет 53,1 % от всех рабочих мест с вредными условиями труда класса 3.3.

Данные статистики травматизма и распределение рабочих мест по условиям труда послужили основанием для проведения оценки профессиональных рисков на рабочих местах горнорабочего очистного забоя [1, 2, 7, 8].

Расчет профессионального риска проводится методом расстановки приоритетов [1, 2, 7]. Он позволяет установить, на каком из этапов производственного процесса проявляются опасные факторы в большей степени. Первым этапом решения задачи оценки профессионального риска данным методом является составление систем сравнения операций технологического процесса [2, 7]. Рассмотрим подробно производственный процесс горнорабочего очистного забоя, выполнение вспомогательных операций при очистных работах в добычных забоях рудников и опишем все этапы выполнения с указанием основных опасностей (таблица 3).

Таблица 3

Этапы производственного процесса горнорабочего очистного забоя

Этап	Описание	Опасности
A	Доставка крепежных материалов и оборудования к месту ведения работ	Раздавливание из-за наезда транспортного средства или попадания под движущиеся части механизмов
B	Возведение временной и постоянной крепи кровли	Травмирование в результате обрушения подземных конструкций
C	Посадка кровли	Обрушение горной породы
D	Крепление кровли очистного забоя	Выполнение кровельных работ, имеющих большой угол наклона рабочей поверхности
E	Проведение гидроразрыва пластов	Воздействия жидкости под давлением при выбросе (прорыве), выполнение работ на значительной глубине
F	Бурение шпуров и скважин	Воздействие жидкости под давлением при выбросе (прорыве)
G	Проходка ниш	Травмирование в результате выброса подвижной детали
H	Установка упорных, распорных стоек	Повреждение органов дыхания частицами пыли
I	Дробление негабаритов горной массы	Травмирование осколками при обрушении горной породы
J	Скреперование горной массы из забоя	Недостаток кислорода в подземных сооружениях

Оценка риска проводится экспертным путем. Эксперту необходимо ответить на вопрос: «Какая операция опаснее?». Если операция A опаснее или вреднее по отношению к операции B, то $A > B$. Если операции эксперт оценивает их как равноопасные, то $A = B$ [7].

В качестве экспертов на предприятии были привлечены руководитель участка по добыче угля №3 и работники по профессии горнорабочий очистного забоя АО «Донской Антрацит». Результат сравнения опасности отдельных операций представлен в таблице 4.

Таблица 4

Сравнение опасности отдельных операций

A < B	B < C	C > D	D < E	E > F	F = G	G > H	H > I	I > J
A < C	B > D	C < E	D < F	E > G	F > H	G > I	H > J	
A < D	B < E	C < F	D < G	E > H	F > I	G > J		
A < E	B < F	C < G	D < H	E > I	F > J			
A < F	B < G	C = H	D > I	E > J				
A < G	B < H	C > I	D > J					
A < H	B > I	C > J						
A < I	B > J							
A = J								

Строим квадратную матрицу смежности, где знаки предпочтения <, >, = заменяем коэффициентами предпочтительности a_{ij} соответственно 0,5; 1,5; 1,0 [7]. Результат представлен в таблице 5.

Таблица 5

Матрица смежности при определении приоритетов

<i>ij</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Σa_{ij}	P_i	R_i
A	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	6,0	55,50	0,0611
B	1,5	1,0	0,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	1,5	9,5	83,25	0,0917
C	1,5	1,5	1,0	1,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,5	1,5	11,0	98,00	0,1079
D	1,5	1,5	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	1,5	9,5	83,25	0,0917
E	1,5	1,5	1,5	1,5	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	14,5	141,25	0,1556
F	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	13,0	121,00	0,1333
G	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	13,0	121,00	0,1333
H	1,5	1,5	1,0	1,5	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5	0,5	9,0	84,50	0,0931
I	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,5	7,5	65,25	0,0719
J	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	6,0	55,50	0,0611
Σ												908,00	1,0000

Окончательное ранжирование травмоопасных операций технологического процесса (по значению критерия) сведено в таблицу 6.

Таблица 6

Ранжирование травмоопасных операций технологического процесса

<i>E</i> 0,1556	<i>F</i> 0,1333	<i>G</i> 0,1333	<i>C</i> 0,1079	<i>H</i> 0,0931
<i>B</i> 0,0917	<i>D</i> 0,0917	<i>I</i> 0,0719	<i>A</i> 0,0611	<i>J</i> 0,0611

Полученные результаты представим в виде зависимости выполняемых операций от степени профессионального риска. Видно, что основной риск в работу привнесут четыре операции — *E, F, G, C* (рис. 6).

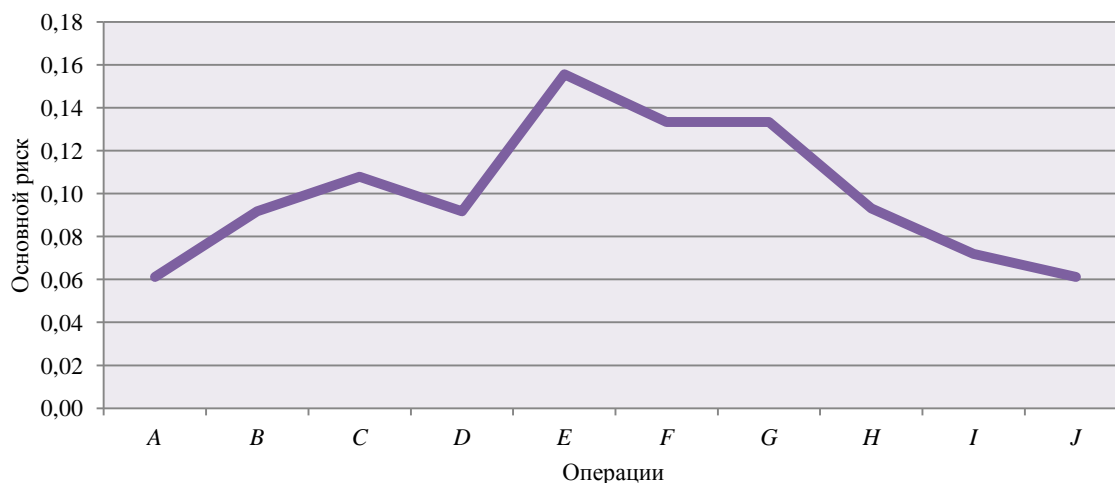


Рис. 6. Зависимость выполняемых операций на рабочем месте горнорабочего от степени профессионального риска

Таким образом, по результатам оценки профессионального риска методом расстановки приоритетов определили этапы производственного процесса горнорабочего очистного забоя с наибольшим значением риска (наиболее травмоопасные). К ним отнесли:

- *E* — проведение гидроразрыва пластов;
- *F* — бурение шпуров и скважин;
- *G* — проходка ниш;
- *C* — посадка кровли.

В целях обеспечения безопасности выполнения данных видов работ необходимо разработать мероприятия по предупреждению травматизма и защите работающего, а также уделять повышенное внимание к этим этапам производственного процесса, контролировать соблюдение работником требований безопасности, состояние условий труда на рабочем месте.

Заключение. В качестве мероприятий по повышению травмобезопасности на рабочем месте горнорабочего очистного забоя рекомендовано включить в инструкцию по охране труда и инструктаж на рабочем месте. Подробное описание всех этапов производственного процесса с указанием опасностей, величины риска и мер по профилактике и предупреждению случаев травмирования работников предлагается включить в инструкцию и разместить на рабочем месте плакат с описанием этапов производственного процесса, величины риска и мероприятий по защите работников.

Рассмотренный в работе подход анализа условий труда и метод оценки профессионального риска методом расстановки приоритетов могут быть использованы и для других рабочих мест. Внедрение данного подхода в оценке риска на рабочих местах направлен на повышение травмобезопасности выполнения работ на каждом этапе производственного процесса.

Список литературы

1. Стасева Е.В., Пушенко С.Л. Проблемы эффективного и научно-организованного управления охраной труда в организациях строительного комплекса. *Вестник Волгоградского госуд. архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура.* 2011;24(43):103–112.

2. Квиткина М.В., Стасева Е.В., Сазонова А.М. Анализ подходов к оценке профессиональных рисков. *Безопасность жизнедеятельности*. 2020;10(238):8–12.

3. Скударнов Д.Е., Портола В.А., Квасова А.А., Сачков А.В., 2018. Анализ смертельного травматизма при добыче угля открытыми горными работами. Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2018;1:33–39.

4. *Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению*. Постановление Минтруда РФ от 24.01.2014 № 33н. URL: <https://docs.cntd.ru/document/499072756> (дата обращения: 18.09.2024).

5. *О специальной оценке условий труда*: Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/ (дата обращения: 18.09.2024).

6. *Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда*. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19.08.2019 г. № 438н. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420376480> (дата обращения 18.09.2024).

7. Стасева Е.В., Пушенко С.Л. Материалы специальной оценки условий труда как основа для профилактической работы по защите человека на производстве. *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура*. 2016;46(65):110–118.

8. Трушкова Е.А. *Вредные факторы производственной среды. Часть 1*: учебное пособие. Ростов-на-Дону: Рост. гос. строит. ун-т; 2014. 103 с.

Об авторах:

Елена Владимировна Стасева, кандидат технических наук, доцент кафедры производственной безопасности Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), elena_staseva@mail.ru

Марина Владимировна Кужелева, кандидат технических наук, доцент кафедры производственной безопасности Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), m.kvitkina@mail.ru

Надежда Александровна Минаева, студент кафедры производственной безопасности Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), minaevanadya02@gmail.com

Анастасия Андреевна Матяш, студент кафедры производственной безопасности Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), anastasiamatias104@gmail.com

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Elena V. Staseva, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Industrial Safety Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), elena_staseva@mail.ru

Marina V. Kuzheleva, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Industrial Safety Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), m.kvitkina@mail.ru

Nadezhda A. Minaeva, Student of the Industrial Safety Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), minaevanadya02@gmail.com

Anastasiya A. Matyash, Student of the Industrial Safety Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), anastasiamatias104@gmail.com

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.