

Публикация ВАК.

Развитие риск-ориентированного подхода для выбора приоритетных направлений снижения производственного травматизма в АО "СУЭК-Кузбасс" / С. Г. Гендлер, Е. А. Прохорова, Л. Ю. Самаров, Д. О. Хомяков // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2021. – № 1. – С. 64-76. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44970857>

eLIBRARY ID: 44970857

РАЗВИТИЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА ДЛЯ ВЫБОРА ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СНИЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА В АО "СУЭК-КУЗБАСС"

ГЕНДЛЕР СЕМЁН ГРИГОРЬЕВИЧ ¹, ПРОХОРОВА ЕЛИЗАВЕТА АЛЕКСАНДРОВНА ¹, САМАРОВ ЛЕОНИД ЮРЬЕВИЧ ², ХОМЯКОВ ДМИТРИЙ ОЛЕГОВИЧ ³

¹ Санкт-Петербургский горный университет

² АО «СУЭК»

³ Тульский государственный университет

Тип: статья в журнале - научная статья Язык: русский

Номер: 1 Год: 2021 Страницы: 64-76

УДК: 331.45

ЖУРНАЛ:

ИЗВЕСТИЯ ТУЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА. НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Учредители: Тульский государственный университет (Тула)

ISSN: 2218-5194

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

ОХРАНА ТРУДА, ДИНАМИКА РИСКА, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ, РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД, КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ, ШАХТЫ

АННОТАЦИЯ:

Показатели производственного травматизма в угольной промышленности России остаются недопустимо высокими. Решение данной проблемы следует искать путем предупреждения несчастных случаев, что может быть достигнуто за счет оперативного управления рисками травматизма, с помощью анализа состояния охраны труда по этому фактору с последующим определением причин, приводящих к травматизму. На примере АО «СУЭК-Кузбасс» были рассчитаны риски легкого, тяжелого, смертельного и общего травматизма. На основе индивидуальных коэффициентов регрессии полученных корреляционных зависимостей рисков травматизма проведено ранжирование шахт по уровню производственного травматизма. Для более детальной оценки состояния охраны труда предложена матрица причин несчастных случаев и их тяжести, которая отображает качественное описание ситуации на предприятии.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»**

**16+
ISSN 2218-5194**

**ИЗВЕСТИЯ
ТУЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Выпуск 1

**Тула
Издательство ТулГУ
2021**

Председатель

Грязев М.В., д-р техн. наук, ректор.

Первый заместитель председателя

Воротилин М.С., д-р техн. наук, проректор по научной работе.

Заместитель председателя

Прейс В.В., д-р техн. наук, заведующий кафедрой, авторизованный представитель Издательства ТулГУ в РИНЦ.

Ответственный секретарь

Фомичева О.А., канд. техн. наук, начальник Управления научно-исследовательских работ авторизованный представитель ТулГУ в РИНЦ.

Члены редакционного совета:

Батанина И.А., д-р полит. наук, –

гл. редактор серии «Гуманитарные науки»;

Берестнев М.А., канд. юрид. наук, доц., –

гл. редактор серии «Экономические и юридические науки»;

Борискин О.И., д-р техн. наук, –

гл. редактор серии «Технические науки»;

Егоров В.Н., канд. пед. наук, – гл. редактор серии

«Физическая культура. Спорт»;

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор

Качурин Н.М., д-р техн. наук (ТулГУ, г. Тула);

Заместитель главного редактора

Сарычев В.И., д-р техн. наук (ТулГУ, г. Тула);

Члены редакционной коллегии:

Гендлер С.Г., д-р техн. наук (Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург);

Голик В.И., д-р техн. наук (Геофизический институт Владикавказского научного центра, г. Владикавказ);

Ефимов В.И., д-р техн. наук (ТулГУ, г. Тула);

Жабин А.Б., д-р техн. наук (ТулГУ, г. Тула);

Захаров В.Н., член-корр. РАН, д-р техн. наук (Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, г. Москва);

Кавала Р., д-р техн. наук (Фрайбергская горная академия, Институт материаловедения и изготовления материалов, Германия, г. Фрайберг);

Казанин О.И., д-р техн. наук (Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург);

Кантович Л.И., д-р техн. наук (Национальный исследовательский технологический университет (МИСиС), г. Москва);

Каплунов Д.Р., член-корр. РАН, д-р техн. наук (Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, г. Москва);

Карначев И.П., д-р техн. наук (филиал Мурманского арктического университета в г. Апатиты, Мурманская область, г. Кировск);

Заславская О.В., д-р пед. наук, –

гл. редактор серии «Педагогика»;

Качурин Н.М., д-р техн. наук, –

гл. редактор серии «Науки о Земле»;

Понаморева О.Н., д-р хим. наук, –

гл. редактор серии «Естественные науки».

Ответственный секретарь

Стась Г.В., д-р техн. наук (ТулГУ, г. Тула).

Авторизованный представитель ТулГУ в РИНЦ

Копылов А.Б., д-р техн. наук (ТулГУ, г. Тула).

Клишин В.И., член-корр. РАН д-р техн. наук (Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН, г. Кемерово);

Комащенко В.И., д-р техн. наук (Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва);

Коршунов Г.И., д-р техн. наук (Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург);

Мельник В.В., д-р техн. наук (Национальный исследовательский технологический университет (МИСиС), г. Москва);

Мерзляков В.Г., д-р техн. наук (Московский политехнический университет, г. Москва);

Моркун В.С., д-р техн. наук (Криворожский национальный университет, Украина, г. Кривой Рог);

Протосеня А.Г., д-р техн. наук (Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург);

Рыльникова М.В., д-р техн. наук (Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, г. Москва).

Сборник зарегистрирован в Управлении Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) ПИ № ФС77-75993 от 19 июня 2019 г.

Подписной индекс сборника 41408 по Объединённому каталогу «Пресса России».

Сборник включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук», утвержденный ВАК Минобрнауки РФ, по следующим специальностям: 25.00.00 - Науки о Земле; 05.06.00. Безопасность деятельности человека.

Сборник зарегистрирован в системе "Web of Science".

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 331.45

РАЗВИТИЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА ДЛЯ ВЫБОРА ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СНИЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА В АО «СУЭК-КУЗБАСС»

С.Г. Гендлер, Е.А. Прохорова, Л.Ю. Самаров, Д.О. Хомяков

Показатели производственного травматизма в угольной промышленности России остаются недопустимо высокими. Решение данной проблемы следует искать путем предупреждения несчастных случаев, что может быть достигнуто за счет оперативного управления рисками травматизма, с помощью анализа состояния охраны труда по этому фактору с последующим определением причин, приводящих к травматизму. На примере АО «СУЭК-Кузбасс» были рассчитаны риски легкого, тяжелого, смертельного и общего травматизма. На основе индивидуальных коэффициентов регрессии полученных корреляционных зависимостей рисков травматизма проведено ранжирование шахт по уровню производственного травматизма. Для более детальной оценки состояния охраны труда предложена матрица причин несчастных случаев и их тяжести, которая отображает качественное описание ситуации на предприятии.

Ключевые слова: охрана труда, динамика риска, производственный травматизм, риск-ориентированный подход, корреляционный анализ, шахты.

Введение

Акционерное общество «Сибирская угольная энергетическая компания» на данный момент времени является одной из наиболее крупных угольно-энергетических компаний в мире, которая поставляет уголь в 48 стран через собственную развитую сбытовую сеть и является единственной компанией в России, входящей в список мировых лидеров по размерам добычи угля [1 – 3]. Достижение высоких производственных показателей стало возможным при обеспечении безопасных условий труда работников, поэтому одним из основных направлений деятельности компании является непрерывное снижение производственного травматизма.

Развитию этого направления способствует внедренная в компании система охраны труда и промышленной безопасности, которая отвечает требованиям международных стандартов [4].

Вместе с тем, не смотря на постоянную модернизацию охраны труда, уровень травматизма в АО «СУЭК-Кузбасс» остается на высоком уровне, что связано с тяжелыми условиями труда рабочих в угольной промышленности. Поэтому ключевым направлением в безопасности труда является своевременное управление рисками травматизма и оценка текущего состояния охраны труда на предприятии. Также стоит отметить, что не смотря на большие инвестиции компании, вкладываемые на развитие охраны труда (рис. 1), травматизм, в частности смертельный, остается на прежнем уровне [5]. Одной из причин недостаточной эффективности использования вкладываемых инвестиций является отсутствие научно обоснованной методологии определения приоритетных направлений вложения финансовых средств. В этой связи целью работы является разработка методики оценки выбора приоритетных направлений снижения производственного травматизма, в которых учтены такие показатели как динамика риска травматизма и тяжесть труда.



Рис. 1. Количество несчастных случаев и вкладываемые инвестиции на повышение уровня ОТ и ПБ в АО «СУЭК-Кузбасс»

Для оценки состояния охраны труда и промышленной безопасности целесообразно использовать показатель риска производственного травматизма, который, по сути, представляет собой частоту травматизма. Снижение уровня риска травматизма является важной задачей в решении вопросов охраны труда. Риск производственного травматизма рассчитывается как частное от деления произошедших несчастных случаев различного ви-

да на общую численность работающего персонала в компании. Каждый несчастный случай на производстве имеет степень тяжести и, отталкиваясь от этой степени тяжести можно выделить и вычислить риски легкого, тяжелого и смертельного травматизма [6].

Анализ риска производственного травматизма для дочерних компаний АО «СУЭК» предложен в работе Л.Ю. Самарова, где на основе корреляционно-регрессионного анализа построены линейные зависимости, которые ограничены лишь 2015 годом [7]. По аналогии с предложенным анализом были рассчитаны риски производственного травматизма для каждого года работы компании в целом и для каждой шахты АО «СУЭК-Кузбасс», после чего были построены линейные корреляционные зависимости легкого, тяжелого и общего рисков травматизма от года работы компании в целом с 2008 по 2020 гг. (рис. 2). Общий риск травматизма – это интегральный показатель, который определяется как вероятность возникновения хотя бы одного из видов травматизма на трех независимых в совокупности его проявлений. Риск тяжелого и смертельного травматизма, рассчитанный в совокупности, представлен на рис. 2 [8]. Полученные данные подтвердили выявленную ранее тенденцию, снижения производственного травматизма, за исключением риска тяжелого и смертельного, который остается на прежнем уровне. Полученные зависимости для всех видов травматизма характеризуются коэффициентом линейной корреляции не менее 0,7 при уровне статистической надежности 0,95. Для каждой линейной корреляционной зависимости рисков травматизма рассчитаны среднее значение (M), описывающее центральный тренд, и стандартная ошибка (SEM), указывающая на точность вычисления среднего значения.

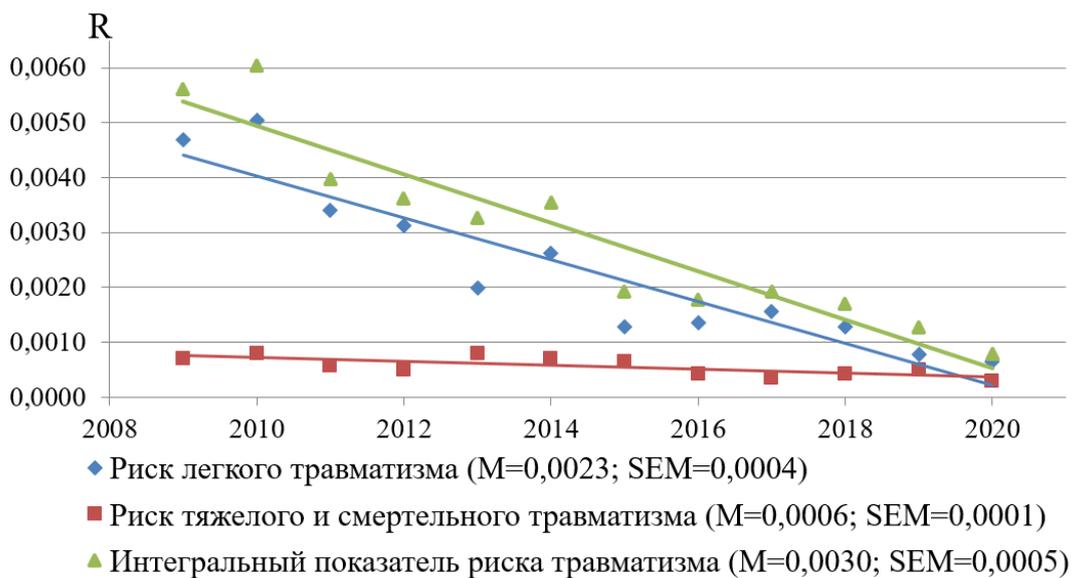


Рис. 2. Риски травматизма для АО «СУЭК-Кузбасс»

Представленные на рис. 2 линейные корреляционные зависимости рисков травматизма разного вида (легкого, тяжелого и смертельного) имеют индивидуальные коэффициенты регрессии. Полученные коэффициенты определяют динамику снижения рисков каждого вида травматизма соответственно за 12-летний период работы компании, стоит отметить, что данные коэффициенты косвенно характеризуют эффективность функционирования системы охраны труда на предприятии [9 – 11]. Рассчитав коэффициенты регрессии различного вида травматизма для компании «СУЭК-Кузбасс» в целом и для каждой шахты отдельно, представляется возможным ранжировать предприятия по величине травматизма, для чего необходимо сопоставить отношение коэффициентов регрессии линейной корреляции риска травматизма для каждой шахты «СУЭК-Кузбасс» и компании «СУЭК-Кузбасс» в целом:

$$K = K_i / K_0, \quad (1)$$

где K_i – коэффициент регрессии линейной корреляции риска травматизма для отдельной шахты АО «СУЭК-Кузбасс»; K_0 – коэффициент регрессии линейной корреляции риска травматизма для АО «СУЭК-Кузбасс».

По величине полученного параметра (K) шахты могут быть дифференцированы по показателю относительной динамики риска травматизма, что будет характеризовать изменение ситуации на конкретной шахте и даст возможность оценить состояние охраны труда [12, 13]. Если показатель $K > 1$, то это свидетельствует о том, что снижение риска травматизма на рассматриваемой шахте больше, чем у компании «СУЭК-Кузбасс» в целом. Если показатель $K < 1$, то можно сделать вывод, что снижение риска травматизма на рассматриваемой шахте меньше, чем у компании в целом. Таким образом, как видно из табл. 1, можно выделить шахту «Полысаевская», шахту «Талдинская-Западная-1» и шахту им. В.Д. Ялевского у которых показатель легких несчастных случаев и показатель тяжелых и смертельных несчастных случаев > 1 , что говорит об интенсивном уменьшении риска травматизма в сравнении с целой компанией «СУЭК-Кузбасс», что свидетельствует об эффективности мероприятий по охране труда [14, 15].

Для более детальной оценки состояния охраны труда на предприятии и обосновании приоритетных направлений снижения производственного травматизма необходим анализ причин несчастных случаев и их последствий по степени тяжести [16 – 20]. Для того, чтобы определить влияние различных причин производственного травматизма, необходимо установить рассматриваемые причины по величине риска их появления, который вычислялся как частное от деления произошедших несчастных случаев определенной причины на общую численность работающего персонала в компании.

Таблица 1

Ранжирование шахт «СУЭК-Кузбасс» по уровню травматизма

Шахты «СУЭК-Кузбасс»	$K_{л}$ (легкие несчастные случаи)	$K_{т}$ (тяжелые и смертельные несчастные случаи)
Шахта им. С.М. Кирова	0,50	0,89
Шахта «Комсомолец»	0,50	0,49
Шахта «Полысаевская»	2,00	1,13
Шахта «им. А.Д. Рубана»	0,50	1,02
Шахта «Галдинская-Западная-1»	1,75	1,42
Шахта «Галдинская-Западная-2»	0,50	1,38
Шахта им. В.Д. Ялевского	2,00	3,84

В свою очередь, последствия травматизма для каждой из причин оценивались по величине времени нетрудоспособности, приведенного к количеству несчастных случаев. На основании 10 рассматриваемых причин производственного травматизма была составлена матрица (рис. 3), которая отображает качественное описание ситуации на предприятии [21 – 23].

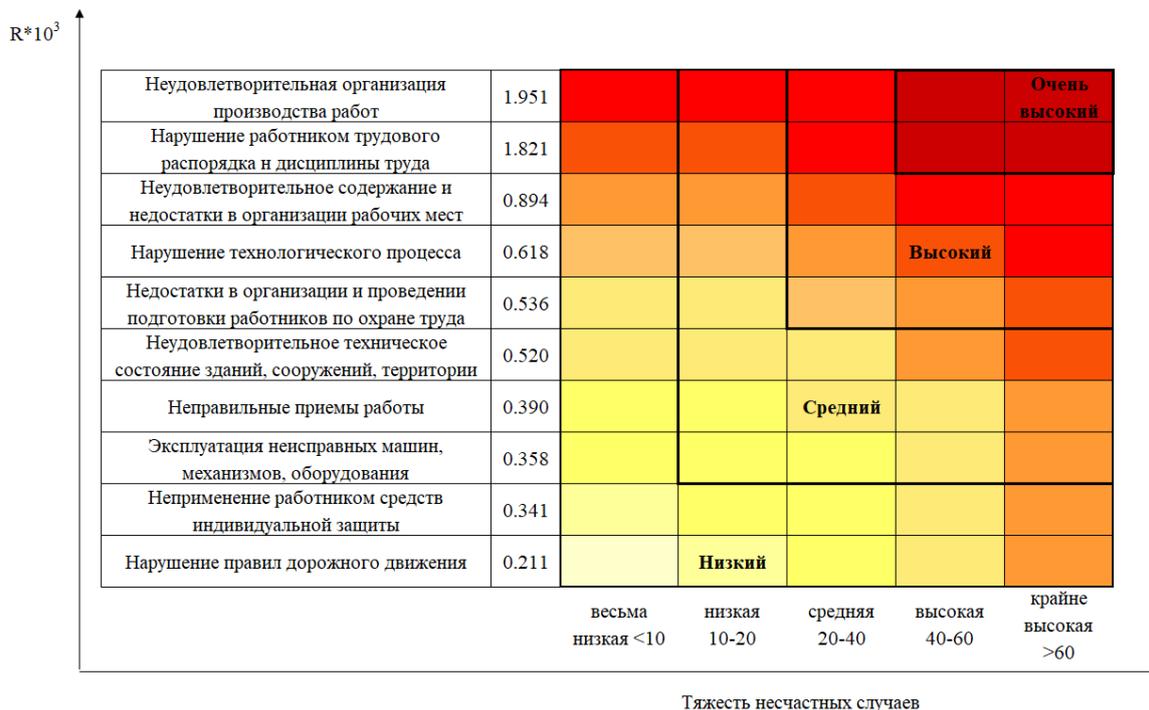


Рис. 3. Матрица причин несчастных случаев и их тяжести на шахтах АО «СУЭК-Кузбасс»

Ось абсцисс матрицы представляет собой тяжесть несчастных случаев, диапазон которой разбит на 5 категорий: весьма низкая, низкая, средняя, высокая, крайне высокая. Каждая из категорий тяжести несчастных случаев характеризуется следующими последствиями:

крайне высокая – летальный исход;
 высокая – серьезный перелом, значительная потеря крови, серьезная травма головы или смертельная болезнь;
 средняя – растяжение связок, напряжение, локальный ожог, травмы, требующие выходных дней;
 низкая – травма, требующая только первой помощи;
 весьма низкая – кратковременная боль, раздражение или головокружение [24 – 26].

Ось ординат матрицы представляет собой риск производственного травматизма, соответствующий определенной причине. Рассматриваемые причины травматизма взяты из классификатора травматизма АО «СУЭК» за 2008-2020 гг.

Исходя из полученной матрицы, можно выделить 9 цветовых индикаторов ячеек, которым соответствуют определенные значения тяжести труда и рисков травматизма по определенной причине. Значения категории риска для каждой из ячеек матрицы и необходимые мероприятия для снижения уровня риска представлены на рис. 4.

Цветовой код	Значение	Описание	Мероприятия
	$K_T < 10$ $R < 0,3 \times 10^{-3}$	Крайне низкий риск	Периодически осуществлять мониторинг рабочего процесса
	$K_T < 20$ $R < 0,35 \times 10^{-3}$	Весьма низкий риск	Продолжать мониторинг рабочего процесса
	$K_T < 40$ $R < 0,4 \times 10^{-3}$	Низкий риск	Продолжать рабочий процесс, но регулярно контролировать
	$K_T < 60$ $R < 0,6 \times 10^{-3}$	Умеренный риск	Продолжать рабочий процесс, но начать разрабатывать план контроля
	$K_T < 40$ $R < 0,7 \times 10^{-3}$	Умеренно-повышенный риск	Продолжать рабочий процесс, но разработать план контроля и реализовать его незамедлительно
	$K_T > 1$ $R < 1 \times 10^{-3}$	Повышенный риск	Осуществлять контроль за работой
	$K_T > 1$ $R < 1,9 \times 10^{-3}$	Высокий риск	Исследовать рабочий процесс и осуществлять контроль за работой
	$K_T > 1$ $R < 2 \times 10^{-3}$	Весьма высокий риск	Приостановить рабочий процесс и устранить риск
	$K_T > 40$ $R < 2 \times 10^{-3}$	Крайне высокий риск	Остановить рабочий процесс и устранить риск незамедлительно

Рис. 4. Рейтинг риска

Таким образом, можно сделать вывод, что предложенная матрица причин несчастных случаев и их тяжести позволяет выявить приоритетные

направления снижения производственного травматизма. Исходя из предложенной матрицы для шахт АО «СУЭК-Кузбасс» можно отметить две причины несчастных случаев, у которых риск травматизма очень высокий, это неудовлетворительная организация производства работ и нарушение работником трудового распорядка и дисциплины труда [27-29]. Две эти причины относятся к организационным причинам, что связано с недостаточным профессионализмом, а также с низкой трудовой дисциплиной и низкой мотивацией для безаварийного труда. Таким образом, на предприятиях АО «СУЭК-Кузбасс», в первую очередь, необходимо усилить организационные мероприятия по охране труда для снижения уровня травматизма, для чего необходимо следующее.

1. Проводить обучения работников предприятий с последующей проверкой знаний на постоянной основе, включая в себя обучения по правилам поведения в экстремальных ситуациях [30, 31].

2. Проводить постоянную и планомерную работу по выявлению опасностей, которые могут привести к несчастным случаям на производстве и устранять их.

3. Проводить анализ причин травматизма, с дальнейшим определением корректирующих мероприятий.

4. Проводить обучающие курсы с руководствующим составом на местах работы (с мастерами, начальниками участков и другими) для своевременной организации работ на должном уровне [32];

5. Проводить обучающие семинары в целях заинтересовать персонал в сохранении безопасных приемов работ и сохранении дисциплины труда на рабочих местах [33,34].

Заключение

1. Для оценки состояния охраны труда на предприятии целесообразно использовать показатель риска производственного травматизма, который рассчитывается как частное от деления произошедших негативных случаев разного вида на общую численность работающего персонала [35].

2. В качестве показателей, характеризующих эффективность мероприятий по снижению риска травматизма, целесообразно использовать коэффициенты регрессии линейной корреляции риска травматизма.

3. Матрица причин несчастных случаев и их тяжести на шахтах «СУЭК-Кузбасс» отображает качественное описание ситуации на предприятии, а также может использоваться для оценки текущего состояния охраны труда на предприятии.

Список литературы

1. Бухтояров В.Ф. Проблемы и пути обеспечения безопасности и охраны труда // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 5-1. С.76-78.

2. Разработка методики по оценке рисков / И. Р. Абдрахимова, Г. Д. Загриева, А. К. Мухаметшин, В. К. Пашкевич // Вестник молодого ученого УГНТУ 2016. № 4 (8). С.139 – 146 с.
3. СУЭК на пути к "нулевому травматизму" / В.Б. Артемьев, В.В. Лисовский, Г.М. Циношкин, И.Л. Кравчук // Уголь. 2018. №. 8. С.71-73.
4. Галкин В.А., Макаров А.М., Кравчук И.Л. О теории и методологии организации безопасного производства // Уголь. 2016. № 4. С.39-43.
5. Чернова Г.В., Кудрявцев А.А. Управление рисками. М.: Проспект, 2007. 160 с.
6. Кабанов Е.И. Экспертная система для комплексной экспресс-оценки и прогноза риска аварий и профессиональных рисков на угольных шахтах // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. (4). С.78-86.
7. Самаров Л.Ю. Обоснование системы показателей для оценки производственного травматизма в вертикально-интегрированных угольных компаниях: автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб, 2017. 20 с.
8. Карначев И.П., Коклянов Е.Б. Анализ статистических показателей безопасности и охраны труда, используемых при исследовании динамики производственного травматизма // Вестник МГТУ. 2011. Т. 14. №4. С. 751-757.
9. Файнбург Г.З., Федорец А.Г. Актуальные вопросы охраны труда на современном этапе // Безопасность и охрана труда. 2018. № 3. С.1-22.
10. Господариков Д.А. Методика оценки состояния организации охраны труда на предприятиях угольной промышленности на основе концепции экономического риска: автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2002. 24 с.
11. Рудаков М.Л., Кольвах К.А., Деркач И.В. Оценка экологической безопасности и охраны труда в горной промышленности при подземной добыче угля // Журнал экологического менеджмента и туризма. 2020. № 3. Т. 11. С. 579 – 588.
12. Черникова О.П., Баранов П.П. Формирование экологической отчетности угледобывающих предприятий // Горный журнал. 2018. №3. С.82-85.
13. Iannacchione A. The Application of Major Hazard Risk Assessment (MHRA) to Eliminate Multiple Fatality Occurrences in the US Minerals Industry / A. Iannacchione, F. Varley, T. Brady // Spokane: National Institute for Occupational Safety and Health, 2008. 132 p.
14. Оценка состояния производственного травматизма и профзаболевания в Кузбассе и Российской Федерации / Л.А. Шевченко [и др.] // Сб. науч. тр. VIII Междунар. науч.-практ. конф. «Инновации в технологиях и образовании». Белово, Велико-Тырново. 2015. Ч. 1. С. 226-231.
15. Эффективное развитие угледобывающего производственного объединения: практика и методы /А.Б. Килин [и др.]; под ред. В.Б. Артемьева. М.: Изд-во «Горная книга», 2019. 280 с.

16. Федеральная служба государственной статистики России [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения 16.01.2020).
17. Radosavljevića S., Radosavljević M. Risk assessment in mining industry: apply management // *Serbian Journal of Management* 4. 2009. P. 91 – 104.
18. Филимонов В.А.; Горина Л.Н. Особенности разработки системы управления охраной труда на основе процессного подхода // *Записки горного института*. 2019. Т. 235. С.113–122.
19. Федеральная служба государственной статистики по Кемеровской области [Электронный ресурс]. URL: <https://kemerovostat.gks.ru/> (дата обращения 23.03.2020).
20. A methodological model to assist in the optimization and risk management of mining investment decisions / J. A. Botin, R. R. Guzman, M. L. Smith // *Dyna*. 2011. Т. 78. №. 170. P. 221-226.
21. Hopkins A. Issues in safety science // *Safety Science*. 2014. 67. P.6-14.
22. Рудаков М.Л., Гридина Е.Б., Ершов В.С. Использование индекса безопасности (индекса Элмери) в качестве показателя охраны труда на угольных шахтах // *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*, 2019. № 3. Т 56. P. 26 – 36.
23. Canadian centre for Occupational Health and Safety // URL:https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/risk_assessment.html (дата обращения 01.02.2020).
24. Dong hong Tian; Chun LAN Zhao; Bing Wang; Mengzhou. Media-in method for assessing security risks in the oil and gas industry based on interval numbers and risk approaches. *Artificial intelligence engineering applications* 2019. Vol. 85. P. 269-283.
25. Разработка методики оценки рисков аварий на угольных шахтах с учетом конкретных горно-геологических условий / Е.И. Кабанов [и др.] // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*, 2017. 4. P. 374-382.
26. Canadian centre for Occupational Health and Safety // URL: https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/sample_risk.html (дата обращения 01.02.2020).
27. Makari Krause Hazards and occupational risk in hard coal mines – a critical analysis of legal requirements// *Semantic Scholar*. 2017.
28. Iphar M., Cukurluoç A.K. Fuzzy Risk Assessment for Mechanized Underground Coal Mines in Turkey // *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. 2018. № 3. P. 110-158.
29. Гридина Е.Б., Пасынков А.В., Андреев Р.Е. Комплексный подход к управлению безопасностью горняков угольных шахт // *Innovation-Based Development of the Mineral Resources Sector: Challenges and Prospects - 11th Conference of the Russian-German Raw Materials*. 2018. P. 85-94.

30. Эффективное наращивание возможностей в горном деле за счет обучения, расширяющего возможности в области управления охраной труда / Ю. Кречманн, М. Плиен, Нга Нгуен Тхи Хоаи, М.Л. Рудаков // Записки горного института. 2020. Т. 242(2). С. 248-256.

31. Даль Н.Н. Повышение безопасности труда персонала угольных шахт г. Воркуты на основе учета экологических, социально-экономических и организационных факторов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2011. 20 с.

32. Парханьски Ю. Риск травматизма рабочих угольных шахт и его гистерезис // Записки горного института. 2016. 222. С. 869-876.

33. Bohus Leitner A. General Model for Railway Systems Risk Assessment with the Use of Railway Accident Scenarios Analysis // Procedia Engineering. 2017. Vol. 187. P. 150-159.

34. Bernard Swanepoel. Risk Assessment in Mining // The LBMA Precious Metals Conference. 2003. P. 59-62.

35. Промышленная безопасность, охрана труда, экология и медицина труда в СУЭК: итоги 2018 года. Задачи 2019 года. Культура, организация, безопасность и эффективность труда – основа развития производства в АО «СУЭК» / В.Б. Артемьев [и др.] // ГИАБ. 2019. No 12. (Спец. вып. 40). С. 56.

Гендлер Семён Григорьевич, д-р техн. наук, проф., sgendler@mail.ru, Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский горный университет,

Прохорова Елизавета Александровна, асп., Prokhorovaea96@gmail.com, Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский горный университет,

Самаров Леонид Юрьевич, руководитель проектов, SamarovLey@suek.ru, Россия, Москва, АО «СУЭК»,

Хомяков Дмитрий Олегович, лаборант, ecology_tsu_tula@mail.ru, Россия, Тула, Тульский государственный университет,

DEVELOPMENT OF A RISK-BASED APPROACH FOR SELECTING PRIORITY AREAS FOR REDUCING OCCUPATIONAL INJURIES IN SUEK-KUZBASS JSC»

S.G. Gendler, E.A. Prokhorova, L. Y. Samarov, D.O. Khomyakov

Indicators of industrial injuries in the Russian coal industry remain unacceptably high. Solutions to this problem should be sought in the way of accident prevention, which can be achieved through operational risk management of injuries, implemented by analyzing the state of labor protection for this factor, followed by determining the causes that lead to injuries. On the example of SUEK-Kuzbass JSC, the risks of light, severe, fatal and general injuries were calculated. Based on the individual regression coefficients of the obtained correlations of injury risks, the mines were ranked according to the level of industrial injuries. For a more detailed assessment of the state of labor protection, a matrix of the causes of accidents

and their severity is proposed, which displays a qualitative description of the situation at the enterprise.

Key words: occupational safety, risk dynamics, industrial injuries, risk-based approach, correlation analysis, mines.

Gendler Semem Grigorevich, doctor of technical sciences, professor sgendler@mail.ru, Russia, Saint-Petersburg, Mining University,

Prokhorova Elizaveta Aleksandrovna, postgraduate, Prokhorovaea96@gmail.com, Russia, Saint-Petersburg, Mining University,

Samarov Leonid Yurevich, project manager, SamarovLey@suek.ru, Russia, Moscow, Siberian Coal Energy Company SUEK,

Khomyakov Dmitry Olegovich, laboratory assistant, ecology_tsu_tula@mail.ru, Russia, Tula, Tula State University

Reference

1. Bukhtoyarov V. F. Problems and ways of ensuring safety and labor protection / International Journal of Experimental Education, 2015. No. 5-1. pp. 76-78.
2. Development of a methodology for risk assessment / I. R. Abdrakhimova, G. D. Zagrieva, A. K. Mukhametshin, V. K. Pashkevich // Vestnik mladogo uchenogo USNTU 2016. No. 4 (8). pp. 139-146 p.
3. SUEK towards zero accidents / B. V. Artemyev, V. V. Lisovsky, G. M. Timoshkin, I. L. Kravchuk, Ugol, 2018. no. 8. P. 71-73.
4. Galkin V. A., Makarov A. M., Kravchuk I. L. On the theory and methodology of the organization of safe production // Charcoal, 2016. No. 4. P. 39-43.
5. Chernova G. V., Kudryavtsev A. A. Risk management. Moscow: Prospekt, 2007. 160 p.
6. Kabanov, E. I. Expert system for integrated rapid assessment and prediction of the risk of accidents and occupational hazards of coal-tion mines, Mining information-analytical Bulletin (scientific and technical journal), 2019. (4). P. 78-86.
7. Samar L. Y. substantiation of the system of indicators for the evaluation of occupational injuries in a vertically-integrated coal companies: author. dis. ... candidate of technical sciences. Saint-Petersburg Mining University. Saint Petersburg, 2017. 20 p.
8. Karnachev I. P., Koklyanov E. B. Analysis of statistical indicators of occupational safety and health used in the study of the dynamics of occupational injuries // Vestnik MSTU, 2011. Vol. 14. no. 4. pp. 751-757.
9. FeinburG G. Z., Fedorets A. G. Actual issues of labor protection at the present stage // Safety and Labor Protection, 2018. no. 3. pp. 1-22.
10. Gospodarikov D. A. Methodology for assessing the state of the organization of labor protection at the enterprises of the coal industry on the basis of the concept of economic risk: autoref. dis. ... candidate of technical sciences. St. Petersburg State Mining Institute named after G. V. Plekhanov. St. Petersburg, 2002. 24 p.
11. Rudakov M. L., Kolvakh K. A., Derkach I. V. Assessment of environmental safety and labor protection in the mining industry during underground coal mining // Journal of Environmental Management and Tourism, 2020. no. 3. Vol. 11. pp. 579-588.
12. Chernikova O. P., Baranov P. P. Formation of environmental reporting of coal mining enterprises // Gorny zhurnal, 2018. No. 3. pp. 82-85.

13. Iannacchione A. The Application of Major Hazard Risk Assessment (MHRA) to Eliminate Multiple Fatality Occurrences in the US Minerals Industry / A. Iannacchione, F. Varley, T. Brady // Spokane: National Institute for Occupational Safety and Health, 2008. 132 p.
14. Shevchenko L. A. Assessment of the state of occupational traumatism and occupational diseases in Kuzbass and the Russian Federation / L. A. Shevchenko [et al.] // Collection of scientific papers of the VIII International Scientific and Practical Conference "Innovations in technologies and Education": Mater. Belovo, Veliko Tarnovo. 2015. Ch. 1. p. 226-231
15. Effective development of a coal-mining production association: practice and methods / A. B. Kilin [et al.] // ed. by V. B. Artemyev. M.: Publishing House "Gornaya kniga", 2019. 280 p.
16. Federal State Statistics Service of Russia / URL: <http://www.gks.ru/> (accessed 16.01.2020).
17. Radosavljević S., M. Radosavljević Risk assessment in mining industry: apply management // Serbian Journal of Management 4. 2009. R. 91 – 104.
18. Filimonov V. A.; Gorin, L. N. Features of development of the system of labor protection management on the basis of the process approach // proceedings of the mining Institute, 2019. T. 235. P. 113–122.
19. Federal state statistics service on Cam-Roscoe region // URL: <https://kemerovostat.gks.ru/> (accessed 23.03.2020).
20. A methodological model to assist in the optimization and risk management of mining investment decisions / J. A. Botin, R. R. Guzman, M. L. Smith // Dyna. 2011. Vol. 78. no. 170. R. 221-226.
21. Hopkins A. safety Issues in science // Safety Science, 2014. 67. R. 6-14.
22. Rudakov M. L., Gridina, E. B., Ershov S. V. the Use of security index (index Almere) as an indicator of occupational safety in coal mines // Latvian Journal of Physics and Technical Sciences, 2019. No. 3. T 56. R. 26 – 36.
23. Canadian centre for Occupational Health and Safety // URL: https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/risk_assessment.html (accessed 01.02.2020).
24. Dong hong Tian; Chun LAN Zhao; Bing Wang; Mengzhou. Media-in method for assessing security risks in the oil and gas industry based on interval numbers and risk approaches. Artificial intelligence engineering applications 2019. Vol. 85. p. 269-283.
25. Development of a methodology for assessing the risks of accidents at coal mines taking into account specific mining and geological conditions / E. I. Kabanov [et al.] // Mining Information and analytical bulletin (scientific and technical journal), 2017. 4. P. 374-382.
26. Canadian centre for Occupational Health and Safety // URL: https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/sample_risk.html (accessed 01.02.2020).
27. Makari Krause Hazards and occupational risk in hard coal mines – a critical analysis of legal requirements// Semantic Scholar. 2017.
28. Iphar, M., A. K. Cukurluoç Fuzzy Risk Assessment for mechanized Underground Coal Mines in Turkey // International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 2018. No. 3. R. 110-158.
29. Gridina, E. B., Pasyukov A. V., Andreev E. R. an Integrated approach to managing the security of the miners of coal mines // innovation-Based Development of the Mineral Resources Sector: Challenges and Prospects - 11th conference of the Russian-German Raw Materials, 2018. R. 85-94.
30. Effective capacity building in mining due to the training that extend the capabilities in the field of occupational health and safety management / Y. Kretschmann, M.

Plan, nga Nguyen thi Hoai, M. L. Rudakov // proceedings of the mining Institute, 2020. T. 242(2). P. 248-256.

31. Dal N.N. Improving the safety of the personnel of the coal-tion of the mines of Vorkuta on the basis of ecological, socio-economic and institutional factors: author. dis. ... candidate of technical sciences. Saint-Petersburg State Mining University. St. Petersburg, 2011. 20 p.

32. Parkhansky Yu. The risk of injuries of coal mine workers and its hysteresis // Notes of the Mining Institute. 2016. 222. pp. 869-876.

33. Bohus Leitner A. General Model for Railway Systems Risk As-session with the Use of Railway Accident Scenarios Analysis // Procedia Engineering, 2017. Vol. 187. P. 150-159.

34. Bernard Swanepoel. Risk Assessment in Mining // The LBMA Precious Metals Conference. 2003. p. 59-62.

35. Industrial safety, labor protection, ecology and labor medicine in SUEK: results of 2018. Tasks for 2019. Culture, organization, safety and labor efficiency – the basis for the development of production in JSC "SUEK" / V. B. Artemyev [et al.] // GIAB, 2019. No 12. (Special issue 40). p. 56.

УДК 622.4

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ ТЕРМОШАХТНЫМ СПОСОБОМ

С.Г. Гендлер, И.Р. Фазылов

Рассмотрены проблемы, возникающие при использовании термошахтного способа добычи нефти на Ярегском месторождении, расположенном в Республике Коми. Основной проблемой при таком способе добычи является ухудшение параметров микроклимата в горных выработках. Это вызвано тем, что технология разработки подразумевает закачку теплоносителя в нефтяной пласт и отбор нефтесодержащей жидкости через горные выработки. Температура воздуха в выработках может подниматься до 40 °С. Автором был произведен анализ натуральных исследований теплофизических параметров добычного блока, выявлены основные факторы, формирующие тепловой режим добычного блока, в зависимости от стадии разработки блока. Установлено, что температура воздуха в эксплуатационной галерее может превышать 44,4 °С у кровли выработки и 40,6 °С у почвы. Для прогнозирования температурного режима добычного блока была предложена математическая модель процессов теплопереноса и проведена верификация результатов расчетов по предложенной методике с натурными исследованиями результатами численного моделирования

Ключевые слова: тепловой режим, нефтешахта, проветривание, вентиляционная скважина, температура воздуха, климатические параметры.

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОЛОГИЯ

<i>Валуев Н.П., Машинцов Е.А., Юданов П.М.</i> Техногенное воздействие радиоактивного загрязнения продуктов плавки металла на окружающую среду и население.....	3
<i>Колотова О.В., Могилевская И.В., Владимцева И.В., Ермоловский А.В.</i> Исследование эффективности деструкции приоритетных органических загрязнителей микроорганизмами.....	14
<i>Маргарян В.Г.</i> О термическом режиме приземного слоя воздуха в бассейне реки Дебед (Армения).....	31
<i>Стась Г.В., Рожков В.Ф., Соколова С.С., Бородкина Н.Н.</i> Газовыделение с поверхности породугольного отвала.....	45
<i>Хромушин В.А., Волков А.В., Хадарцев А.А.</i> Оценка зависимости средней продолжительности жизни населения Тульской области, проживающего на территориях с высоким содержанием тяжелых металлов в почве.....	53

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

<i>Гендлер С.Г., Прохорова Е.А., Самаров Л.Ю., Хомяков Д.О.</i> Развитие риск-ориентированного подхода для выбора приоритетных направлений снижения производственного травматизма в АО «СУЭК-КУЗБАСС».....	64
<i>Гендлер С.Г., Фазылов И.Р.</i> Особенности формирования термодинамических параметров воздушной среды при добыче нефти термощахтным способом.....	76
<i>Земсков А.Н., Лискова М.Ю., Гайдин А.М.</i> Способы и средства борьбы с сероводородом в рудничном воздухе и в подземных водах.....	91
<i>Князькин Е.А., Бедретдинов Р.Ш.</i> Энергоэффективная схема водоотлива с функцией пополнения подземных резервуаров системы пожаротушения.....	101

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

<i>Баялиева Ж.А., Жумабаев Б.</i> Напряженное состояние склона горы с уступом при действии внешней нагрузки линейно-возрастающей треугольной эпюрой.....	111
---	-----

<i>Глебов А.В.</i> Определение значимости показателей при оценке уровня качества геотехники..	123
<i>Дмитрак Ю.В.</i> К концепции энергоёмкости измельчения твердых материалов в мельницах.....	138
<i>Кисляков В.Е., Цимбалюк Н.А., Деннер В.И.</i> Разубоживание песков в забое эфельными отвалами при дражной разработке россыпных месторождений.....	147
<i>Кисляков В.Е., Нафиков Р.З.</i> Технология дражной разработки россыпных месторождений Крайнего Севера...	160
<i>Клюев Р.В., Босиков И.И., Гаврина О.А., Крысанов К.С.</i> Статистический анализ повреждений в карьерной сети горно-металлургического комбината.....	168
<i>Курганов Д.В.</i> О влиянии некоторых пластовых параметров на производительность горизонтальной газовой скважины.....	178
<i>Логачева В.М., Подольский В.А.</i> Совершенствование технологии отработки выемочных столбов геофизическим прогнозированием нарушенных зон.....	188
<i>Минь Ч.Т.</i> Влияние подземных вод на устойчивость приповерхностных выработок.....	195
<i>Мирсалимов В.М., Калантарлы Н.М.</i> Решение упругопластической задачи для массива, ослабленного круговой выработкой при действии тектонических и гравитационных сил.....	207
<i>Прокопов А.Ю., Ласун В.С.</i> Оценка изменения инженерно-геологических и гидрогеологических условий в результате высотной застройки жилого района Левенцовский в Ростове-на-Дону	217
<i>Петраков А.А., Прокопов А.Ю., Петракова Н.А., Панасюк М.Д.</i> Интерпретация прочностных характеристик грунта для численных исследований.....	225
<i>Петренко Ю.А., Резник А.В., Нефёдов В.Е.</i> Численное моделирование арочной крепи в условиях её несимметричного нагружения.....	237
<i>Петренко Ю.А., Резник А.В., Нефёдов В.Е.</i> Численное моделирование арочной крепи в условиях её симметричного нагружения.....	246

<i>Чебан А.Ю.</i> Технология комбинированной выемки тонких рудных жил из массивов, сложенных прочными горными породами.....	261
--	-----

ГЕОМЕХАНИКА

<i>Апакшеев Р.А., Валиев Н.Г., Красиков С.А., Хазин М.Л.</i> Исследование высокотемпературного взаимодействия оксида кремния (IV) с алюминием и его сплавами.....	271
--	-----

<i>Подольский В.А., Логачева В.М., Панчуков Н.П.</i> Численный метод моделирования развития деформации при вероятном образовании карстовых полостей.....	283
---	-----

<i>Качурин Н.М., Корчагина Т.В., Качурин А.Н., Сидоров Р.В.</i> Оценка газообмена подработанных территорий угольных бассейнов России с атмосферой.....	290
---	-----

ЭКОНОМИКА

<i>Радченко Д.Н., Цупкина М.В., Джампуев Р.К.</i> Эколого-экономическая оценка техногенных минеральных образований для обеспечения устойчивого развития горнопромышленной индустрии.....	303
---	-----

Научное издание

**ИЗВЕСТИЯ
ТУЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Выпуск 1

Редактор Н.М. Качурин

Компьютерная правка и верстка Г.В. Стась

Учредитель:

ФГБОУ ВО "Тульский государственный университет"
300012, г. Тула, просп. Ленина, 92

Изд. лиц. ЛР № 020300 от 12.02.97

Подписано в печать 25.03.2021. Дата выхода в свет 31.03.2021.

Фотмат бумаги 70×100 1/8. Бумага офсетная

Усл. печ. л. 51,7.

Тираж 500 экз. Заказ 027

Цена свободная

Адрес редакции:

300012, г. Тула, просп. Ленина, 92

Адрес издателя:

300012, г. Тула, просп. Ленина, 95

Отпечатано в Издательстве ТулГУ

300012, г. Тула, просп. Ленина, 95