

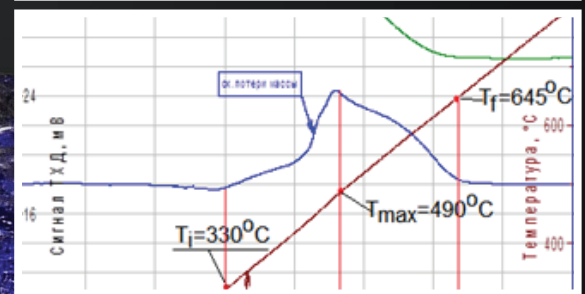
# ВЕСТНИК

Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности

## ОТ НОВЫХ СТАНДАРТОВ К НОВЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ В ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Слово редактора

АКТУАЛЬНО



## СПОСОБЫ КОНТРОЛЯ ПЫЛЕВЗРЫВОБЕЗОПАСНОГО СОСТОЯНИЯ

выработок в угольных шахтах

стр.6

# **ВЕСТНИК**

**Научного центра по безопасности работ  
в угольной промышленности**

**Научно-технический журнал**



**Кемерово**

**3-2020**

**ВЕСТНИК**  
**Научного центра**  
**по безопасности работ**  
**в угольной промышленности**  
**ISSN 2072-6554**

**№ 3-2020**

**Выходит 4 раза в год**

Подписной индекс  
в Каталоге Агентства  
«Роспечать» 2020 г. – 35939

**ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН**

Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-71529 от 13.11.2017 г.

**ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН**

в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук», сформированный ВАК при Минобрнауки России

**Учредитель и издатель**

**научно-технического журнала «Вестник...»:**  
**Общество с ограниченной**  
**ответственностью «ВостЭКО»**  
**(ООО «ВостЭКО»)**

Адрес учредителя и издателя:  
650002, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово,  
Сосновый бульвар, дом 1, кабинет 415

Адрес редакции:  
650002, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово,  
Сосновый бульвар, дом 1

Редакторы: *М. В. Ярош, Л. С. Кузавкова,*  
*Д. А. Трубицына*  
Компьютерная верстка *Д. А. Трубицына*

тел. 77-86-62, 64-26-51.  
e-mail: yarosh\_mv@mail.ru  
dtrubitsyna@gmail.com

[www.ind-saf.ru](http://www.ind-saf.ru)

Позиция редакции не всегда совпадает  
с точкой зрения авторов публикуемых материалов

В номере использованы материалы сайтов  
[www.lori.ru](http://www.lori.ru), [www.freelimages.com](http://www.freelimages.com), [www.unsplash.com](http://www.unsplash.com) и  
[www.graphicriver.net](http://www.graphicriver.net)

**16+**

© **ООО «ВостЭКО», 2020**

Адрес типографии:  
650065, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово, пр-т  
Октябрьский, 28 офис 215  
тел. 8 (3842) 657889. ООО «ИНТ».

**Главный редактор: Н. В. Трубицына**

**Редакционная коллегия:**

**Н. В. Трубицына** – главный редактор, заместитель  
директора по научной работе ООО «ВостЭКО»,  
д-р техн. наук

**А. С. Ярош** – заместитель главного редактора,  
канд. техн. наук

**Д. В. Исламов** - депутат ГД ФС РФ, кандт. техн.  
наук

**А. А. Трубицын** – консультант по научной работе  
ООО «Горный-ЦОТ», НАО «НЦ ПБ», д-р техн. наук,  
проф.

**А. А. Васильев** – заведующий лабораторией  
ФГБУН «Институт гидродинамики им. М.А.  
Лаврентьева СО РАН», д-р физ.-мат. наук, проф.

**А. М. Брюханов** – директор МакНИИ, д-р техн. наук

**В. И. Клишин** – директор Института угля  
Федерального исследовательского центра угля и  
углехимии СО РАН, чл.-корр. РАН, д-р техн. наук,  
проф.

**З. Р. Исмагилов** - директор Института углехимии  
и химического материаловедения Федерального  
исследовательского центра угля и углехимии СО  
РАН, Академик РАН, д-р хим. наук, проф.

**А. В. Шадрин** – ведущий научный сотрудник  
Института угля ФИЦ УУХ СО РАН, д-р техн. наук

**В. Г. Казанцев** – заведующий кафедрой «БТИ»  
(филиал) ФГБОУ ВПО «АлтГТУ им. И.И.  
Ползунова», д-р техн. наук

**В. С. Зыков** – заместитель генерального директора  
АО «НЦ ВостНИИ», д-р техн. наук, проф.

**Д. А. Трубицына** – выпускающий редактор ООО  
«ВостЭКО»

**М. В. Ярош** – редактор ООО «ВостЭКО»

# INDUSTRIAL SAFETY

---

Scientific-technical magazine

Kemerovo

3 - 2020

# INDUSTRIAL SAFETY

## ISSN 2072-6554

---

**№ 3- 2020**

**Is issued 4 times a  
year**

Subscription index  
in «Rospechat» Agency  
Catalogue: Year 2020 – 35939

---

### **MAGAZINE IS REGISTERED**

by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technologies and Mass Communications. Registration certificate of mass information means PI № FS77-71529 dated by 13.11.2017 г.

### **THE MAGAZINE IS INCLUDED**

into «The list of russian reviewed scientific magazines in which main scientific results of dissertations for scientific degrees of a doctor and a candidate of sciences must be published». The list is formed by Higher Attestation Commission of RF Ministry of Education and Science.

### **Promoter and publisher of «Industrial Safety» scientific-technical magazine: Co Ltd «VostEKO»**

Address of the promoter and publisher:  
650002, Russia, Kemerovskaja oblast, Kemerovo, Sosnovyi bd., 1, office 415

Address of the editors:  
650002, Russia, Kemerovskaja oblast, Kemerovo, Sosnovyi bd., 1

Editors: *M.V. Yarosh, L.S. Kuzavkova, D.A. Trubitsyna*  
Computer layout *D.A. Trubitsyna*

Tel. 77-86-62, 64-26-51.  
e-mail: yarosh\_mv@mail.ru  
dtrubitsyna@gmail.com

www.ind-saf.ru  
www.indsafe.ru

---

**The edition position not always coincides with the point  
of view of authors of published materials**

---

---

**In the issue of the magazine materials of sites  
www.lori.ru, www.freemages.com, www.unsplash.com  
and www.graphicriver.net are used**

---

**16+**

---

**© Co Ltd «VostEKO», 2020**

---

Address of the printing  
650065, Russia, Kemerovskaja oblast, Kemerovo, prosp.  
Oktyabrsky, 28 of. 215  
tel. 8 (3842) 657889.  
OOO «INT».

**Chief editor: N. V. Trubitsyna**

### **Editorial board:**

**N. V. Trubitsyna** – chief editor, deputy director for scientific work of OOO «VostEKO», doctor of technical sciences

**A. S. Yarosh** – deputy chief editor, candidate of technical sciences

**D. V. Islamov** - deputy of the State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation, candidate of technical sciences

**A. A. Trubitsyn** - scientific work consultant, OOO "Gorny COT", NAO "NC PB", doctor of technical sciences, professor

**A. A. Vasil'ev** - Head of the Laboratory FGBUN "M.A. Lavrentyev Institute of Hydrodynamics SB of RAS, doctor of physical and mathematical sciences, professor

**A. M. Brjuhanov** - Director of MakNII, doctor of technical sciences

**V. I. Klishin** - director of the Institute of coal, Federal research center of coal and coal chemistry SB RAS, corresponding member of RAS, doctor of technical sciences, professor

**Z. R. Ismagilov** - director of the Institute of coal chemistry and materials chemistry, Federal research center of coal and coal chemistry SB RAS, Academician of RAS, doctor of chemical sciences, professor

**A. V. Shadrin** – Leading researcher of the Institute of Coal FIC UUH SB RAS, doctor of technical sciences

**V. G. Kazantsev** – chairman of «BTI» (branch) FGBOU VPO «AltGTU after I.I.Polzunov», doctor of technical sciences

**V. S. Zykov** – deputy general director JSC «ScC VostNII», doctor of technical sciences, professor

**D. A. Trubitsyna** – OOO «VostEKO» Commissioning Editor

**M. V. Yarosh** – OOO «VostEKO» editor

В начале давайте заглянем в обозримое для всех нас будущее. Уже известно, что со следующего года предприятия отрасли начнут работать по новым нормативным документам. Об этом в конце августа в рамках рабочего визита в Кузбасс заявил Руководитель Ростехнадзора Алексей Алёшин. Накануне Дня шахтёра он провёл здесь, напомню, выездное совещание с угледобывающими компаниями бассейна по состоянию и актуальным проблемам промышленной безопасности на угольных предприятиях. На нём было отмечено, что при разработке пакета новых нормативов учитываются "все идеи, наработки представителей бизнес-сообщества". Так что неожиданностей не будет!.. Все мы в курсе тенденций, задач и требований к отрасли и непосредственно к структурам, обеспечивающим промышленную безопасность.

А задачи угледобычи в стране чётко сформулированы в программе развития угольной промышленности России до 2035 года, которую в июне утвердил премьер-министр Михаил Мишустин. Она будет реализована в три этапа. Первый этап рассчитан до 2025 года и предусматривает техническое перевооружение, интенсификацию угольного производства, увеличение объемов обогащения угля, снижение аварийности и травматизма на предприятиях, реализацию обеспечивающих инфраструктурных проектов инвестиционной программы "Российских железных дорог".

На втором этапе до 2030 года должны быть завершены мероприятия по реструктуризации отрасли и формированию новых центров угледобычи на месторождениях с благоприятными горно-геологическими условиями, сняты основные системные ограничения по транспортировке угольных грузов на внутренний и внешний рынки. А третий этап предполагает кардинальное повышение производительности труда, реализацию пилотных проектов на базе технологий глубокой переработки угля, достижение мировых стандартов в области охраны окружающей среды.

Первая из трёх "пятилеток" уже стартовала. И мы отмечаем, что на многих угольных предприятиях региона идёт эффективное техническое перевооружение, активно используются цифровые технологии для повышения безопасности угледобычи. Забота о здоровье персонала ставится во главу угла развернувшейся модернизации горного производства. Для достижения целей используется лучший мировой опыт, в частности, Китая и Германии. Сотрудничество с этими странами успешно. Однако основная ставка в решении поставленных задач делается на отечественные исследования, разработки и технологии. Наши учёные, инженеры, конструкторы, идут по многим направлениям деятельности в авангарде, результаты их работы получают высокие экспертные оценки, а инновационные проекты широко внедряются на предприятиях отрасли.

В этом номере "Вестника" мы представляем читателям авторов и авторские коллективы, которые подчинили свой профессиональный потенциал решению первостепенных задач в области промышленной и экологической безопасности на угледобывающих предприятиях. Уже по разнообразию тематики публикуемых материалов можно судить о масштабах их деятельности и существенном вкладе в огромную работу по достижению ключевых целей развития угледобычи в России.



НЭЛЯ ТРУБИЦЫНА,  
главный редактор, д.т.н.

# I. АКТУАЛЬНО

## I. URGENT



**С.Б. Романченко //**  
**S.B. Romanchenko**  
**romanchenkosp@mail.ru**

д-р техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Россия, 143903, Московская область, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12  
doctor of technical sciences, assistant professor, leading researcher of FGBU VNIIPPO MChS of Russia, microdistrict 12, VNIIPPO, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russia



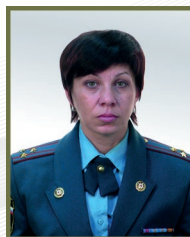
**А.А. Трубицын //**  
**A. A. Trubitsyn**  
**atrubitsyn@rambler.ru**

д-р техн. наук, профессор, консультант по научной работе НАО "НЦ ПБ", Горный ЦОТ", Россия, 650002, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 1  
doctor of technical sciences, professor, Scientific Advisor, NAO "Scientific Center of Industrial Safety", 1, Sosnoviy bulvar, Kemerovo, 650002, Russia



**Ю.К. Нагановский //**  
**Yu.K. Naganovskiy**

канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Россия, 143903, Московская область, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12  
candidate of technical sciences, leading researcher of FGBU VNIIPPO MChS of Russia, microdistrict 12, VNIIPPO, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russia



**Е.А. Губина // E.A. Gubina**

начальник сектора ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Россия, 143903, Московская область, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12  
head of sector of FGBU VNIIPPO MChS of Russia, microdistrict 12, VNIIPPO, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russia

УДК 622.81

## СПОСОБЫ КОНТРОЛЯ ПЫЛЕВЗРЫВОБЕЗОПАСНОГО СОСТОЯНИЯ ВЫРАБОТОК В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

### COAL MINES' WORKINGS DUST AND EXPLOSION-PROOF STATE CONTROL METHODS

*В статье рассмотрены физические принципы определения взрывоопасности смесей угольной и инертной пыли на основе известняка или качества осланцевания выработок. Приведены практические преимущества и недостатки серийных приборов промышленного уровня на оптическом и химическом способах контроля. В качестве перспективного способа рассмотрены основы квазистатической и динамической термогравиметрии. Выделены три непересекающихся интервала термогравиметрической реакции, позволяющие отдельно определять содержание влаги, выход летучих из угля и содержание в пробе инертной пыли. Приведены экспериментальные данные по реализации термогравиметрического способа контроля качества осланцевания на типовом лабораторном оборудовании.*

*The article discusses the physical principles of determining the explosiveness of coal and inert dust mixtures based on limestone or the quality of the mine workings' rock dusting. The practical advantages and disadvantages of industrial-level devices based on optical and chemical control methods are presented. The fundamentals of quasi-static and dynamic thermogravimetry are considered as a promising method. Three non-intersecting intervals of the thermogravimetric reaction have been identified, which make it possible to separately determine the moisture content, the release of volatiles from coal, and the content of inert dust in the sample.*

*Experimental data on the implementation of a thermogravimetric method for monitoring the quality of rock dusting using standard laboratory equipment are presented.*

**Ключевые слова:** ВЗРЫВ, ВЗРЫВООПАСНОСТЬ, УГОЛЬ, УГОЛЬНЫЙ АЭРОЗОЛЬ, КОНЦЕНТРАЦИЯ ПЫЛИ, ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ, АЭРОЗОЛЬ, ОПТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, ВЫХОД ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ, ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ, ДЕСТРУКЦИИ ИЗВЕСТНЯКА, ТЕРМОГРАВИМЕТРИЯ, ТЕРМОДЕСТРУКЦИЯ ВЕЩЕСТВ, ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКАЯ КРИВАЯ, ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКАЯ КРИВАЯ ПО ПРОИЗВОДНОЙ, ДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРМОГРАВИМЕТРИЯ, КВАЗИСТАТИЧЕСКАЯ ТЕРМОГРАВИМЕТРИЯ,

**Key words:** EXPLOSION, EXPLOSION HAZARD, COAL, COAL AEROSOL, DUST CONCENTRATION, DISPERSED COMPOSITION, AEROSOL, OPTICAL ANALYSIS, RELEASE OF VOLATILES, CHEMICAL REACTION, LIMESTONE DESTRUCTION, THERMOGRAVIMETRY, THERMAL DESTRUCTION OF

*SUBSTANCES, THERMOGRAVIMETRIC CURVE, THERMOGRAVIMETRIC CURVE BY DERIVATIVE, DYNAMIC THERMOGRAVIMETRY, QUASI-STATIC THERMOGRAVIMETRY.*

## ВЕДЕНИЕ

Во всех угледобывающих странах на шахтах, разрабатывающих пласты угля, отнесенные к опасным по взрывам пыли, в качестве основных способов обеспечения взрывобезопасности, реализуется сланцевая, то есть основанная на применении негорючей инертной пыли (stone dust- каменная пыль) и/или гидропылевзрывозащита [1,2,3,4]<sup>1</sup>.

Применение технологий и техники механического осланцевания (rock dusting) в странах с высокопроизводительной подземной угледобычей (рисунок 1) предусматривают нанесение инертной пыли в несколько этапов:

- первичное осланцевание в тупиковом забое непосредственно после проходки 10-20 метров выработки (штрека);
- вторичное осланцевание штреков после начала отработки лавы;
- тонкоструйное осланцевание (применяется в Австралии) – подача в исходящую вентиляционную струю из лавы инертного аэрозоля непосредственно при резании угля комбайном для исключения накопления локальных взрывчатых пылеотложений.

Объемы подаваемой инертной пыли (рисунок 1) существенно выше норм РФ и позволяют осуществлять полное покрытие выработки по периметру белой инертной пылью с толщиной слоя карбоната кальция на почве до 5 - 7 см (по опыту посещения ряда высокопроизводительных шахт Колорадо, США). Практического влияния на вопросы гигиены труда подача таких объемов карбоната кальция (доломита) не оказывает.

Независимо от норм подаваемой инертной пыли в соответствии с требованиями Правил безопасности [1,4] в горных выработках осуществляется контроль пылевзрывобезопасности с помощью переносных приборов или методом лабораторного анализа. Регулярность выполнения данного вида работ (в РФ) – ежемесячно силами инженерно-технических работников участков, в ведении которых находятся горные выработки. В ряде стран (включая РФ) контроль пылевзрывобезопасности также осуществляется

<sup>1</sup> Термины «сланцевая пыль» и «осланцевание» созвучны термину «сланец» (oil-shale) – полезное ископаемое из группы твердых каустобиолитов, дающее при сухой перегонке значительное количество смолы, близкой по составу к нефти. Для устранения неоднозначности в англоязычной и европейской технической документации инертная «сланцевая» пыль именуется как «stone dust» - каменная пыль, а «осланцевание» - rock dusting – каменное опшление.



Рисунок 1. Текущее состояние выработок угольных шахт США после осланцевания (фото Peabody Energy, США)

Figure 1. Current state of US coal mines after rock dusting (photo by Peabody Energy, USA)



работниками служб вентиляции и подразделениями аварийно-спасательных формирований. Такая организация работ требует соответствующего количества приборов контроля. В настоящее время в лабораториях аварийно-спасательных формирований МЧС определение содержания твердых негорючих частиц проводится методом сжигания. Требования к оборудованию и средствам по предупреждению и локализации взрывов, а также к составу инертной пыли, нормативно определены [5,6].

1. Физические способы определения содержания негорючих составляющих в шахтной пыли.

Известны способы для контроля качества нейтрализации взрывчатых свойств пыли (или качества осланцевания), основанные на 4-х физических принципах измерений: радиоизотопном, оптическом, химическом и термогравиметрическом.

#### 1.1. Оптический способ

При оптическом способе контроля [7] пробу пыли размещают на подложке (в ряде приборов – в специальной емкости) и направляют на нее луч света, а отраженный поток улавливают с помощью фотоэлемента, сигнал от которого анализируется в измерительном блоке. Параметры отраженного пылью луча света зависят от соотношений в пробе инертной (светлой) и угольной (темной) пыли. Работа приборов на оптическом принципе основана на разнице в оптической отражательной способности черной угольной пыли и практически белой инертной пыли. Численно выявляется оттенок серого цвета, к которому возможно отнести отобранную пробу шахтной пыли, и по определенной зависимости, полученной на этапе калибровки, определяется процентное содержание негорючих компонент в пробе пыли (отраженному свету определенной интенсивности ставится в соответствие процентное содержание инертных добавок).

Недостатком данного способа является сложность конструкции, необходимость настройки прибора не только на каждую марку угля и каждый угольный пласт, но и на марку инертной пыли того или иного производителя, которые по составу исходного сырья также могут незначительно отличаться по цвету или отражающей способности. Наиболее наглядно проблемы оптического способа видны при исследовании пыли антрацитов, не опасных по взрывам. Настроенный на базовую пыль «Питтсбург» оптический прибор CDEM-1000 (Рисунок 2, Sensidyne, LP, США) без перенастройки на



Рисунок 2. Оптический анализатор пылевзрывобезопасного состояния горных выработок CDEM-1000 (фото Sensidyne, LP, США)

Figure 2. Optical analyzer of dust and explosion-proof state of mine workings CDEM-1000 (photo by Sensidyne, LP, USA)

основании черного цвета пыли относит данную пыль к взрывчатой за счет низких показателей отраженного потока света.

Анализатор взрывчатости проб шахтной пыли CDEM-1000 – это простой «карманный» прибор (в искробезопасном исполнении), широко внедренный на шахтах ряда стран. Габариты прибора 13,7 x 62 x 32 мм; вес 0,23 кг, вместе с прибором поставляется набор специальных порошков (тестовая пыль «Питтсбург», удалители влаги). Прибор на рисунке 2 приведен в масштабе 1:1, в нижней части – цилиндрический колпачок черного цвета для засыпки анализируемой пыли. Результатом работы прибора является не процентное содержание негорючих добавок, а интегральное заключение «Смесь взрывоопасна» (на экран дисплея выводится слово «red» - красный по принципу работы светофора) или «Смесь невзрывоопасна» - «green» -зеленый. Смесь для анализа должна содержать не ниже 70% инертной пыли, и интегральный показатель однозначно привязан к требованиям национальных ПБ США [4], которые устанавливают минимальный безопасный уровень каменной пыли на выемочном участке не менее чем 80% при полном отсутствии метана, а при наличии метана каждый 0,1% газа увеличивает норму осланцевания на 0,4%. Метан прибором не определяется автоматически, а концентрация метана вводится вручную.

При корректной настройке прибор обладает высокой точностью измерений и удивляет простотой и легкостью измерений.

Кроме CDEM-1000, на шахтах РФ были представлены опытно-промышленные приборы на оптическом принципе действия FotoPylox

(EMAG, Польша).

Влажность пыли (как негорючий компонент) оптическими приборами не распознается и не учитывается, несмотря на требования ПБ ряда стран [4] по обязательному учету влаги в общей сумме негорючих составляющих.

Внедрение оптических приборов в мировом горном деле двояко: в ряде стран (США, Австралия, частично Польша) они массово внедрены на шахтах и/или имеются соответствующие научно-технические разработки. В РФ приборы на оптическом принципе измерений не нашли промышленного применения, на угольных шахтах не эксплуатируются (за исключением отдельных экземпляров, поставляемых в рекламных или маркетинговых целях). К основным причинам необходимо отнести непреодолимые (на примере CDEM-1000) проблемы при получении сертификатов Таможенного союза, существенные различия норм ПБ, высокая стоимость прибора (порядка 5000 евро без транспортных и таможенных платежей), отсутствие прямой заинтересованности у фирм-производителей в поставках на шахты РФ небольших партий приборов или в продажах единичных образцов.

### 1.2. Радиоизотопный способ

Сущность радиоизотопного способа определения содержания негорючих веществ в смеси угольной и инертной пыли [8] заключается в том, что  $\beta$ -частицы, отраженные от породы, покрытой угольной пылью или смесью угольной и

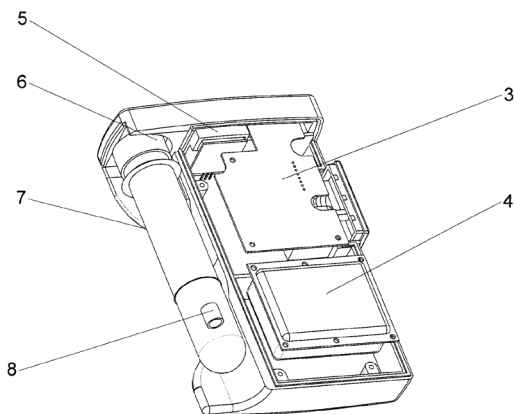


Рисунок 3. Прибор контроля пылевзрывобезопасности на химическом принципе измерений ПКП (ООО Горный ЦОТ, Кемерово): 3- вычислительный блок; 4 – аккумулятор; 5- датчик расхода газа; 6 – уплотнитель; 7 – съемная колба с химическим реагентом, 8 – цилиндрическая емкость с анализируемой пробой шахтной пыли

Figure 3. Dust and explosion safety control device based on the chemical measurement principle PKP (Gorny TsOT OOO, Kemerovo): 3- computing unit; 4 - battery; 5- gas flow sensor; 6 - sealant; 7 - removable flask with a chemical reagent, 8 - cylindrical container with the analyzed sample of mine dust

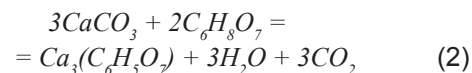
инертной пыли, создают в ионизационной камере ток, пропорциональный толщине слоя пыли и соотношению между негорючими и горючими веществами в смеси [8]. Основным недостатком этого способа является его низкая точность, особенно при работе с влажной пылью (до  $\pm 20\%$ ). При работе с приборами, основанными на данном принципе, возникают большие сложности в метрологическом обеспечении, а также необходимость применения специальных режимов работы и утилизации радиоактивных материалов. Данные приборы не доведены даже до опытно-промышленного уровня и не нашли практического применения в мировой угольной промышленности.

### 1.3. Химический способ

Химический способ оценки качества осланцевания горных выработок, основанный на химических реакциях разложения карбоната кальция  $CaCO_3$ , составляющего основу инертной пыли по ГОСТ Р 51569-2000 [6] кислотой (лимонной кислотой  $C_6H_8O_7$ ; соляной кислотой  $HCl$  и т.д.). Реакции химического разложения  $CaCO_3$  при взаимодействии с указанными кислотами имеют вид:



(на 1 моль или 100 г  $CaCO_3$  выделяется 22,4 л  $CO_2$ )



Химический способ оценки качества осланцевания предусматривает размещение отобранной пробы пыли в герметичный сосуд (колбу) и воздействие на пробы пыли кислотой, вступающей в химическую реакцию с известняковой составляющей пробы (уравнения 1-2). В результате реакции кислотного разложения  $CaCO_3$  из известняка происходит выделение единственного газообразного вещества –  $CO_2$ . Объем диоксида углерода достаточно велик и позволяет на основании калибровочных кривых определить содержание инертной пробы в пыли. При промышленной отработке данного способа возникла проблема погрешности, вызванной наличием тонких пылевых фракций, которая компенсируется обработкой пробы этиловым спиртом.

Прибор промышленного уровня на химическом принципе работы ПКП разработан в РФ ООО "Горный-ЦОТ", г. Кемерово (рисунок 3) и защищен патентами [9, 10].

Несмотря на наличие приборов пылевого контроля типа ПКП (ООО "Горный-ЦОТ, г. Кеме-

рово, рисунок 3) и их широкое внедрение в РФ данный способ имеет определенные проблемные моменты, основные из которых:

- усложнение конструкции за счет обязательного наличия герметизирующих устройств (резьба или муфта из упругого материала) между камерой и каналом;

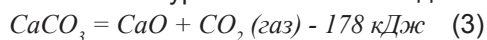
- использование в процессе измерений постоянно обновляемых химических реагентов (лимонная кислота, этиловый спирт), наливаемых в съемный сосуд (стеклянную колбу);

- необходимостью замены колб и химических реагентов для каждого измерения.

#### 1.4. Термогравиметрический способ

Термогравиметрический способ определения процентного содержания инертной пыли или качества осланцевания является относительно новым, он отработан специалистами ФГБУ ВНИИПО МЧС России в последний пятилетний период на основе источников [11-15] и частично рассмотрен в ряде публикаций последнего периода [15]. Проводится отработка отдельных элементов способа (заявка 2020118137 от 28.05.2020). На данном этапе проведена полная апробация способа на типовом лабораторном оборудовании.

Как известно, разложение карбоната кальция может осуществляться двумя способами: при помощи химической реакции с кислотой либо за счет нагрева до критической температуры. В обоих случаях образуется одно или несколько жидких или порошкообразных составляющих (для  $CaCO_3$  – негашеная известь  $CaO$ ) и единственное газообразное вещество – углекислый газ  $CO_2$ . Химические реакции разложения (1), (2) заменяются эндотермической (т.е. с поглощением тепла) реакцией разложения карбоната кальция. Термохимическое уравнение имеет вид:



(поглощение тепла 178 кДж на 1 моль или на 100 г  $CaCO_3$ )

При этом нужно учитывать, что уравнение (3) относится к «чистому» карбонату кальция, рост процентного содержания добавок в виде каменного угля вносит существенную разницу в тепловой баланс и сопровождается вторичными реакциями продуктов термодеструкции.

В реакции (3) необходимо учитывать, что до температур 650-680°C карбонат кальция является термоустойчивым и его интенсивная деструкция ограничена интервалом 680-850°C. Кривые термической деструкции чистого карбоната кальция (без примесей угля) различного дисперсного состава приведены авторами в

работе [15]. В ходе экспериментов определено, что максимальная скорость термического разложения  $CaCO_3$  происходит при температуре 825°C для тонких фракций инертной пыли и 831-832°C для стандартной сланцевой пыли по ГОСТ Р 51569-2000 [9]. При нагревании смесей в различной концентрации угольной и сланцевой пыли термогравиметрические кривые (ТГ и ДТГ – по ГОСТ Р 53293-2009 [12]) существенно изменяются (рисунок 4).

Как видно из рисунка 4, (кривая №3) потеря массы образца карбоната кальция составила 44.17% (в других опытах среднее значение 43,9%; это полностью соответствует теоретическому соотношению молярной массы  $CaCO_3$  и  $CO_2$  и выход летучих из карбоната кальция составляет около 44%), остаток  $CaO$  составляет – 55.83%. ДТГ максимум (то есть максимальная скорость термического разложения) 8.47%/мин достигнута при 832°C.

Одновременно с этим (рисунок 2, кривая №1) потеря массы образца чистой угольной пыли происходит в диапазоне экстраполированных температур 350-600°C, и пик выделения массы непрерывно смещается вправо по мере роста концентрации сланцевой пыли (рисунок 4, последовательный переход по пиковым значениям для кривых №1', №2' и №3'). Рисунок 4 демонстрирует возможность детализированного анализа разложения  $CaCO_3$  в смеси с угольной пылью. При этом на уровне температур 100-110°C по (локальные пики кривых №1', №2' и №3' в левом нижнем углу графика) достоверно определяется содержание влаги в каждом образце, интеграл от ДТГ кривых в диапазоне температур 350-600°C позволяет определить выход летучих веществ из угля, а интеграл от ДТГ кривых (1', 2', 3') в диапазоне температур 680-850°C позволяет определить массу выделившегося углекислого газа.

Далее с учетом того, что выход летучих из  $CaCO_3$  составляет 44% от массы сланцевой пыли, определяется масса инертной добавки в пробе и рассчитывается её процентное содержание.

В лабораторных условиях на термовесах в процессе нагревания пробы (этап 1) происходит удаление влаги, далее следует этап термического разложения угольных составляющих смеси (выход летучих из угля), и на завершающем этапе происходит термическое разложение известняка  $CaCO_3$  на негашеную известь  $CaO$  и углекислый газ  $CO_2$  (выход летучих из  $CaCO_3$ ). В ходе термического разложения смеси масса пробы, первоначально принятая за 100%, уменьшается.

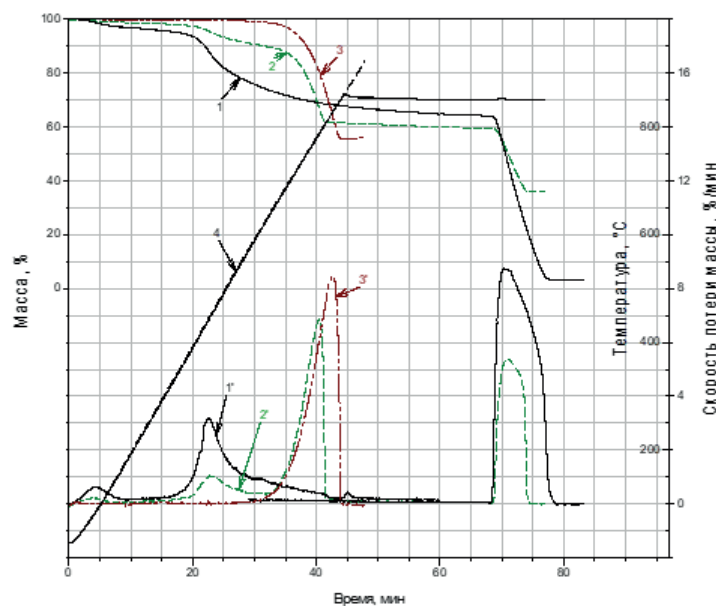


Рисунок 4. ТГ(1, 2, 3) и ДТГ (1', 2', 3') кривые образцов:  
 1, 1' – уголь 100%; 2, 2' – смесь угольной (33%) и сланцевой (67%) пыли;  
 3, 3' – кривые разрушения карбоната кальция; 4 – температура нагрева.  
 Figure 4. TG (1, 2, 3) and DTG (1', 2', 3') curves of the samples:  
 1, 1' - coal 100%; 2, 2' - a mixture of coal (33%) and shale (67%) dust;  
 3, 3' - curves of destruction of calcium carbonate; 4 - heating temperature.

Рисунок 4 относится к динамическому методу термогравиметрии с равномерным ростом температуры, атмосфера нагрева - азот. Исходя из многообразия термогравиметрических методов, имеется не менее 3-6 взаимоуточняющих способов обработки информации ТГ и ДТГ кривых при определении концентрации инертной пыли в пробе:

- по объему, скорости потока или температурным пикам выхода  $CO_2$  (динамические методы нагрева – 3 способа обработки данных по характерным точкам процесса);
- по суммарному времени термического разложения пробы (квазистатический нагрев, заявка 2020118137 от 28.052020);
- по суммарному снижению массы пробы по окончании интервала реакции разложения  $CaCO_3$ ;
- комбинированный способ для программируемого режима нагрева.

Несмотря на наличие различных способов нагрева образцов и обработки полученных данных сущность термогравиметрического способа можно сформулировать следующим образом: термогравиметрический способ оценки качества профилактической обработки отложений угольной пыли, включающий отбор проб шахтной пыли с последующим определением процентного содержания в смеси добавок инертной (сланцевой) пыли и сравнением с нормой осланцевания выработки, отличающийся тем, что

пробу пыли помещают в приемную емкость термовесов, где проводят одновременный нагрев до температур выше критического значения и фиксацию изменения массы образца путём периодического взвешивания, а содержание негорючих добавок сланцевой пыли определяют по характерным точкам термоаналитических зависимостей.

Отличием термогравиметрического способа от известных ранее 3-х способов являются:

- отсутствие оптических датчиков с системой распознавания интенсивности отраженного света;
- отсутствие радиоактивных материалов в измерительных устройствах;
- отсутствие химических реагентов и емкостей для проведения химических реакций;
- отсутствие необходимости герметизации пробы для улавливания и измерения объема выделяющегося газа при химическом разложении пробы, отсутствием датчика расхода газа, а также отсутствие периода неопределенности - времени установки съёмной пробирки с реагентом и пробой в прибор, когда химическая реакция уже началась, а измерения еще не проводятся;
- полное отсутствие расходных либо сменяемых материалов для каждого измерения.

Основным преимуществом предложенного способа является высокая точность оценки, возможность проведения ее в сжатые сроки и безопасность для обслуживающего персонала

за счет отсутствия радиоизотопных либо химических материалов. Точность измерений не зависит от степени метаморфизма углей, влажности и зольности пробы. Термоаналитические зависимости, используемые в методе позволяют проводить определения ряда дополнительных параметров (например численное определение влажности образца), что существенно уточняет процесс отнесения образца пыли к неопасным по взрывам.

### ВЫВОДЫ

1. Из 4-х известных способов контроля пылевзрывобезопасности или контроля качества осланцевания в РФ нашли практическое применение только приборы на химическом принципе действия типа ПКП (ООО "Горный-ЦОТ", г. Кемерово).

2. Разработанные и широко внедренные приборы оптического контроля не используются на шахтах РФ из-за практической неопределенности при получении сертификатов Таможенно-

го союза, существенных различий норм ПБ, для выполнения которых разрабатывались приборы, высокой стоимости приборов (существенно выше 5000 евро), отсутствие прямой заинтересованности у фирм-производителей в поставках на шахты РФ небольших партий приборов или в продажах единичных образцов.

3. На типовом лабораторном оборудовании проведена разработка принципиально нового термогравиметрического способа контроля качества осланцевания.

4. К основным преимуществам термогравиметрического способа следует отнести:

- отсутствие дорогостоящих оптических датчиков с системой распознавания интенсивности отраженного света;
- отсутствие радиоактивных материалов в измерительных устройствах;
- отсутствие химических реагентов и емкостей для проведения химических реакций;
- полное отсутствие расходных либо сменяемых материалов для каждого измерения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила безопасности в угольных шахтах: М.: Ростехнадзор (Приказ Ростехнадзора № 550 от 19.11.2013), зарегистрированы в Министерстве юстиции Российской Федерации 31.12.2013 N 30961.
2. Правила безопасности в угольных шахтах. Книга 3. Инструкция по борьбе с пылью и пылевзрывозащите / Госгортехнадзор России. Липецк: Липецкое издательство, 1999. 109 с.
3. Инструкция по борьбе с пылью в угольных шахтах. Введена в действие приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 14.10. 2014 г. №462.
4. Title 30 – Mineral Resources.- vol.1, parts 1-199. Washington: U.S. Government Printing Office, 2009. – 767 p – Правила безопасности в угольных шахтах (США).
5. ГОСТ Р 54776-2011. Оборудование и средства по предупреждению и локализации взрывов пылевоздушных смесей в угольных шахтах, опасных по взрывам газов и пыли. М.: Стандартиформ. 2012, 20с.
6. ГОСТ Р 51569-2000. Пыль инертная. Технические условия. Госстандарт РФ, 2000 г. 7с.
7. А.С. СССР №420790, кл. E 21 F 5/00, опубликовано 25.03.1974 г., БИ №11.
8. А.С. СССР №1711049, кл. G 01 N 23/22, опубликовано 7.02.1992 г., БИ №5.
9. Патент РФ № 2249816. Способ оценки качества профилактической обработки отложений угольной пыли. МПК G01N 31/00 (2000.01), опубликован 10.04.2005, Бюл. № 10.
10. Патент РФ на полезную модель №2013145032/03, 08.10.2013 (последнее изменение статуса:06.11.2019). Устройство для оценки качества осланцевания горных выработок.
11. Уэндландт У. Термические методы анализа. – М.: Мир, 1978. – 526с.
12. ГОСТ Р 53293-2009. Пожарная опасность веществ и материалов. Материалы, вещества, и средства огнезащиты. Идентификация методами термического анализа. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 55660-2013 Топливо твердое минеральное. Определение выхода летучих веществ. - М.: ФГУП «Стандартиформ».-2014.-17 с.
13. Gomes da Silva G. A Thermogravimetric Analysis of the Combustion of a Brazilian mineral Coal/ Quim. Nova, Вып. 31, № 1, с. 98-103, 2008.
14. Davini P., Ghetti P., Bonfanti, L.; De Michele, G.; Fuel 1996, 75, 1088.
15. Романченко С.Б., Губина Е.А., Ушаков Д.В., Нагановский Ю.К. Термогравиметрический анализ угольной пыли и инертных добавок в системах пылевзрывозащиты// Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. - 2020. №2. С.6-13.

### REFERENCES

1. Pravila bezopasnosti v ugo'nykh shakhtakh [Safety rules in coal mines]. Moscow: Rostekhnadzor (Rostekhnadzor Order No. 550 of November 19, 2013), registered with the Ministry of Justice of the Russian Federation No. 30961 on December 31, 2013 [in Russian].
2. Pravila bezopasnosti v ugo'nykh shakhtakh. Kniga 3. Instruksiya po bor'be s pyl'yu i pylevzryvozashchite [Safety rules in coal mines. Book 3. Instructions on the fight against dust and dust explosion protection]. Gosgortekhnadzor of Russia. Lipetsk: Lipetsk publishing house, 1999 [in Russian].
3. Instruksiya po bor'be s pyl'yu v ugo'nykh shakhtakh [Instructions for dealing with dust in coal mines]. Put into effect by order of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision dated 14.10. 2014 No. 462 [in Russian].
4. Title 30 – Mineral Resources.- vol.1, parts 1-199. Washington: U.S. Government Printing Office, 2009. – 767 p [in

- English].
5. GOST R 54776-2011. Oborudovaniye i sredstva po preduprezhdeniyu i lokalizatsii vzryvov pylevozdushnykh smesey v ugol'nykh shakhtakh, opasnykh po vzryvam gazov i pyli [State Standard R 54776-2011. Equipment and means for the prevention and localization of explosions of dust-air mixtures in coal mines, hazardous by explosions of gases and dust]. Moscow: Standartinform. 2012 [in Russian].
  6. GOST R 51569-2000. Pyl' inertnaya. Tekhnicheskiye usloviya [State Stanard R 51569-2000. The inert dust. Technical conditions]. Gosstandart RF[in Russian].
  7. Avtorskoye svidetel'stvo SSSR №420790, kl. E 21 F 5/00 [USSR author's certificate No. 420790, class. E 21 F 5/00, published 03/25/1974, BI No. 11 [in Russian].
  8. Avtorskoye svidetel'stvo SSSR №1711049, kl. G 01 F N 23/22 [USSR author's certificate No.1711049, kl. G 01 F N 23/22 published 07/02/1992, BI No. 5 [in Russian].
  9. Sposob otsenki kachestva profilakticheskoy obrabotki otlozheniye ugol'noy pyli [Method for assessing the quality of preventive treatment of coal dust deposition]. Patent RUS No. 2249816. 10.04.2005 Byul. No. 10 [in Russian].
  10. Ustroystvo dlya otsenki kachestva oslantsevaniya gornykh vyrabotok [A device for assessing the quality of mine workings dusting]. Patent RUS No. 2013145032 for a useful model. 08.10.2013 [in Russian].
  11. Wendlandt W. (1978). Termicheskiye metody analiza [Thermal Methods of Analysis]. Moscow: Mir [in Russian].
  12. Pozharnaya opasnost' veshchestv i materialov. Materialy, veshchestva, i sredstva ognezashchity. Identifikatsiya metodami termicheskogo analiza [Fire hazard of substances and materials. Materials, substances, and fire protection means. Identification by thermal analysis methods]. National standard of the Russian Federation GOST R 55660-2013 Solid mineral fuel. Determination of the release of volatile substances. Moscow. : FSUE "Standartinform." – 2014 [in Russian].
  13. Gomes da Silva G. A (2008). Thermogravimetric Analysis of the Combustion of a Brazilian mineral Coal/ Quim. Nova, Вып. 31, № 1, с. 98-103 [in English].
  14. Davini P., Ghetti P., Bonfanti, L.; De Michele, G. (1996). Fuel 75, 1088 [in English].
  15. Romanchenko, S.B., Gubina, Ye.A., Ushakov, D.V., & Naganovsky, Yu.K. (2020). Termogravimetricheskii analiz ugol'noy pyli i inertnykh dobavok v sistemakh pylevzryvozashchity [Thermogravimetric analysis of coal dust and inert additives in dust explosion protection systems]. Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoi promyshlennosti – Herald of Safety in Mining Industry Scientific Center, 2, 6-13 [in Russian].

## СИСТЕМЫ ПНЕВМОГИДРООРОШЕНИЯ ДЛЯ БОРЬБЫ С ПЫЛЬЮ

### Система пылеподавления разработана ГК «ВостЭКО и Горный-ЦОТ»

создаёт водовоздушный туман до 3,5 мкм, который поглощает угольную, породную, рудную и др виды пыли и препятствует её дальнейшему распространению

- Снижение расхода воды до 12 раз, рабочее давление 5 атм, расход воды от 0,5 л/мин на 1 форсунку
- Может использоваться со спец добавкой для работы при отрицательных температурах
- Снижение запыленности на 80 %

**Установлена на Кемеровской ТЭЦ, пройдены  
испытания на карьере «Борок» и др  
промышленных объектах**



ООО "Горный-ЦОТ"  
indsafe.ru

## II. ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

## II. FIRE AND INDUSTRIAL SAFETY



■ **А.И. Фомин // A.I. Fomin**  
ncvostnii@yandex.ru

д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник отдела АО "НЦ ВостНИИ", Россия, 650002, г. Кемерово, ул. Институтская, 3  
doctor of technical sciences, department leading scientific researcher, JSC «ScC VostNIi», 3, Institutskaya Str., Kemerovo, 650002, Russia



■ **Д.А. Бесперстов// D.A. Besperstov**  
gpnbesperstov@yandex.ru

кандидат техн. наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности», ФГБОУ ВПО «КемГУ», г. Кемерово, Россия, 650056 г. Кемерово, Бульвар Строителей, д. 47.  
candidate of technical sciences, associate professor of "Life Safety" chair, FGBOU VPO "KemGU", Kemerovo. Russia, 650056 Kemerovo, Stroitelei Boulevard, d. 47.

УДК 614.849

### ЗАЩИТА УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, В ТОМ ЧИСЛЕ СВЯЗАННЫХ С ВОЗНИКНОВЕНИЕМ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ПОЖАРОВ

### COAL ENTERPRISES' PROTECTION AGAINST EMERGENCY SITUATIONS, INCLUDING THOSE RELATED TO THE FIRES OF NATURAL AND TECHNOGENE ORIGIN

*В статье приведены опасные явления и происшествия, вызванные чрезвычайными ситуациями природного и техногенного происхождения. Указано, что для угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий характерны чрезвычайные ситуации, вызванные внутренними и внешними источниками. Приведено описание ряда предупредительных мероприятий по снижению социально-экономического ущерба при возникновении негативных ситуаций, связанных с опасными явлениями и происшествиями. Установлено, что профилактика чрезвычайных ситуаций при возникновении природных происшествий осуществляется посредством систем мониторинга и прогнозирования. Предупреждение техногенных происшествий реализуется посредством выполнения требований, установленных нормативно-правовыми актами. Статьей обосновано, что обеспечение безопасности на угольном предприятии реализуется не только самой организацией, но и различными государственными системами, входящими в единую государственную систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. В результате исследований установлено, что последствия чрезвычайных ситуаций актуальны, в том числе для зарубежных стран. Значительные негативные последствия приводят не только к материально-техническим потерям, но и к изменению политического строя в стране.*

*The article describes the dangerous phenomena and incidents caused by emergency situations of natural and man-made origin. It is indicated that coal-mining and coal-processing enterprises are characterized by emergency situations caused by internal and external sources. A number of preventive measures to reduce socio-economic damage in the event of negative situations associated with dangerous phenomena and incidents description is given. It has been established that the prevention of emergencies in the event of natural incidents is carried out through monitoring and forecasting systems. Prevention of industrial accidents is implemented by fulfilling the requirements established by regulatory legal acts. The article substantiates that ensuring security at a coal enterprise is implemented not only by the organization itself, but also by various state systems that are part of a single state system for the prevention and liquidation of natural and man-made emergencies. As a result of research, it was found that the consequences of emergency situations are relevant, including foreign countries. Significant negative consequences lead not only to material and technical losses, but also to the country political system change.*

**Ключевые слова:** УГОЛЬНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ, ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ, ТЕХНОГЕННЫЕ ПРОИСШЕСТВИЯ, МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, ОПАСНЫЕ И НЕГАТИВНЫЕ СИТУАЦИИ, ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ МЕРЫ И ИСТОЧНИКИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ТРЕБОВАНИЯ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ ОПАСНОСТЕЙ.

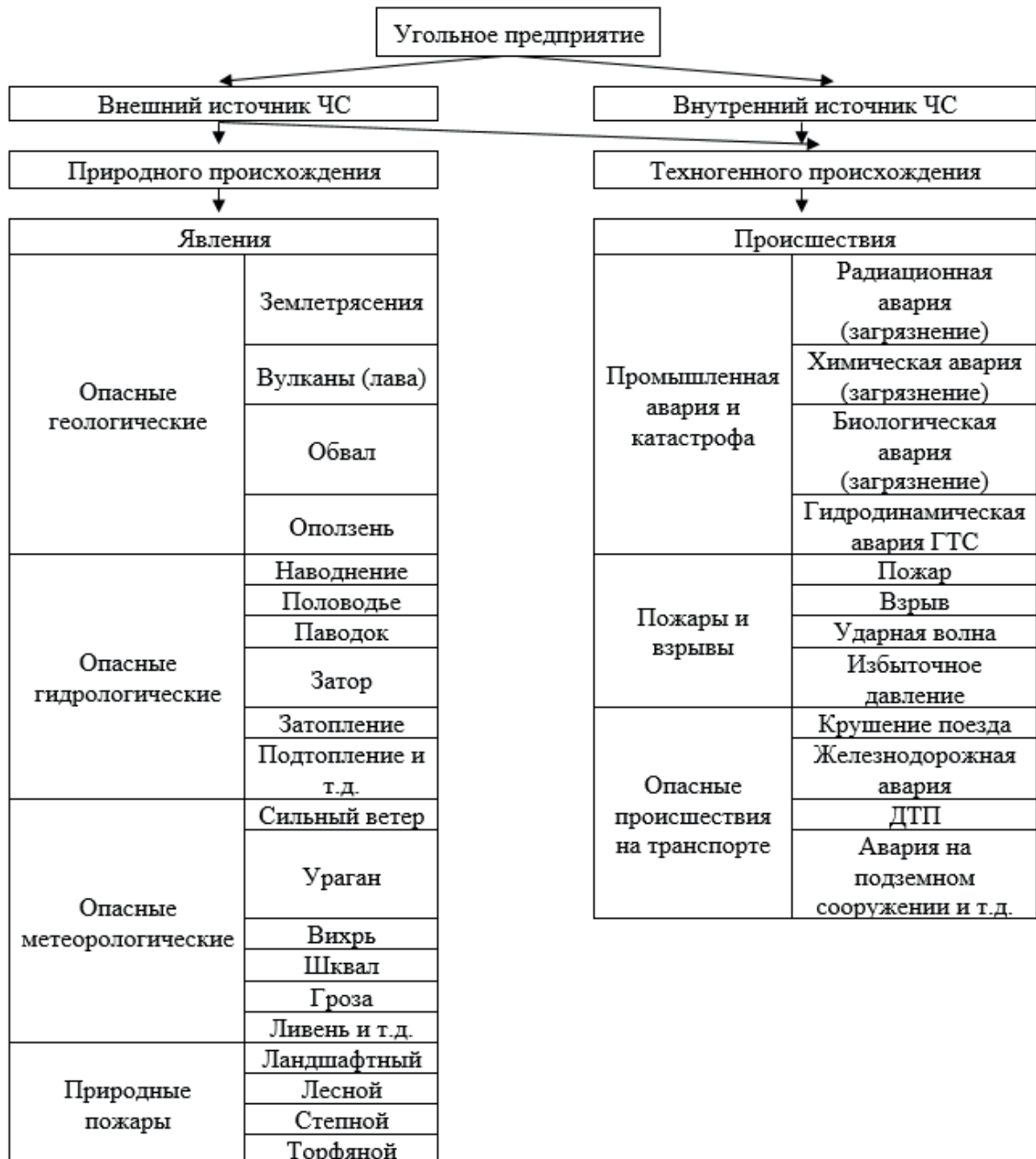
**KEY WORDS:** COAL ENTERPRISES, EMERGENCY SITUATIONS, NATURAL PHENOMENA, INDUSTRIAL

ACCIDENTS, MONITORING AND FORECASTING, DANGEROUS AND NEGATIVE SITUATIONS, PREVENTIVE MEASURES AND SOURCES OF EMERGENCY SITUATIONS, EQUIREMENTS AND MEASURES FOR THE PREVENTION OF DANGERS.

**В**ведение  
 Угольные предприятия из-за наличия пожароопасных и взрывопожароопасных веществ и материалов относятся к опасным производственным объектам [1], а также к потенциально опасным объектам [2]. Для данных объектов характерны опасные чрезвычайные ситуации не только от внешних

источников, но и от внутренних [3, 4]. Ситуация осложняется тем, что для угольных предприятий характерны объекты с наличием работников, находящихся в подземных горных выработках и наземном комплексе зданий и сооружений.

Мероприятия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера разрабатываются в за-



Блок-схема 1. Явления и происшествия при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера на угольных предприятиях  
 Flowchart 1 - Phenomena and incidents at emergency situations of natural and man-made nature at coal enterprises



висимости от опасных явлений, которые могут возникнуть на угледобывающих и углеперерабатывающих предприятиях.

К опасным явлениям природного происхождения, наиболее актуальных для угольных предприятий, можно отнести геологические (землетрясение, обвал, оползень) и гидрологические (затопление, подтопление). В зависимости от географического расположения предприятия возможно воздействие и других опасностей, связанных с геологическими и гидрологическими явлениями, а также метеорологическими явлениями и природными пожарами.

Вместе с тем возможны техногенные происшествия в виде промышленных аварий и катастроф, пожаров и взрывов, опасных происшествий на транспорте.

Нельзя не учитывать влияния друг на друга соседних, расположенных рядом промышленных предприятий.

Вышеизложенное можно представить в виде блок – схемы 1, в которой отображены природные явления и техногенные происшествия, являющиеся источниками чрезвычайных ситуаций.

Рассмотрим мероприятия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, установленные нормативными документами Российской Федерации [5].

С учётом ранее приведённой схемы рассмотрим природные явления.

#### **Опасные геологические явления**

В соответствии со стандартами Российской Федерации при предупреждении чрезвычайных ситуаций, связанных с землетрясениями необходимо выполнять следующие основные профилактические мероприятия [6]: мониторинг сейсмических событий; мониторинг геодинамических режимов; долгосрочные и среднесрочные прогнозы; краткосрочные прогнозы.

При эндогенных процессах, связанных с обвалами: маршрутно – визуальное обследование склонов; искусственное обрушение; зачистка склонов; размещение постов наблюдения.

При оползнях: маршрутный визуальный мониторинг; аэрофотосъёмка; применение режимных скважин; анализ изменяющихся факторов; прогнозирование ожидаемых событий.

#### **Опасные гидрологические явления.**

Опасные гидрологические явления исследуются в системе государственного мониторинга окружающей среды [7] при катастрофических паводках (наводнение, половодье): визуальный и инструментальный мониторинги; отслеживание высоты подъема уровня воды; мониторинг тол-

щины снежного покрова; мониторинг за площадью затопления, количеством осадков.

При заторах: визуальный и инструментальный мониторинги; авиационно – космическое наблюдение; наблюдение и контроль за уровнем воды, временем наступления ледостава и начала ледохода; наблюдение за отношением толщины льда к глубине реки; прогнозирование уровня весеннего половодья, заторов и прорывов.

При селе: визуальный мониторинг, а также мониторинг при помощи технических средств; стандартный и усеченный гидрологический мониторинги; прогнозирование сильных осадков и температуры воздуха; изучение смещения горных пород, перемешанных со снегом и водой; слежение за динамическими воздействиями движущихся масс.

#### **Опасные метеорологические явления**

При мониторинге и прогнозировании опасных метеорологических явлений осуществляется наблюдение за состоянием метеоявлений, сбор, обработка и хранение полученных данных [8].

При сильном ветре (ураган, вихрь, шквал): визуальный и инструментальный мониторинги; авиационно–космическое и радиолокационное наблюдения; стандартное и учащенное метеорологическое наблюдения; прогнозирование скорости ветра и аэродинамического давления.

При сильном дожде, ливнях и грозах: визуальное и инструментальное наблюдения; авиационно-космическое наблюдение; прогнозирование количества ожидаемых осадков; наблюдение за потоками воды, затоплениями территорий, паводками, размывом почвы и дорог, подмывом берегов рек; предупреждение повреждения сельскохозяйственных культур; поддержание работоспособности транспортных инфраструктур.

При сильном снегопаде: визуальный и инструментальный мониторинги; авиа – космическое и радиолокационное наблюдения; метеорологический мониторинг; прогнозирование ожидаемого количества осадков и снеговой нагрузки на здания, сооружения и деревья; предупреждение снежных заносов и сходов снега.

При заморозках: инструментальное и визуальное наблюдения; метеорологический мониторинг; прогнозирование понижения температуры воздуха и поверхности почвы; предупреждение повреждения сельскохозяйственных культур.

При сильной жаре: инструментальное наблюдение температуры воздуха; метеорологи-

ческий мониторинг; анализ количества суток с сильной жарой; предупреждение перегрева почвы и воздуха, нарушение работы транспорта, электроснабжения, заболевания людей и животных, а также уничтожения сельскохозяйственных культур.

#### **Природные пожары**

К природным пожарам можно отнести неконтролируемое ландшафтное горение, горение лесное, степное и торфяное [9, 10, 11].

При ландшафтных пожарах: визуальный и аэрокосмический мониторинги загораний и термических точек различных компонентов географического ландшафта; размещение искусственных и естественных противопожарных барьеров, с учётом природных ландшафтных компонентов, отжиги.

При лесных пожарах: мониторинг и прогнозирование на федеральном, региональном, местном и локальном уровнях; наблюдение за противопожарной обстановкой; прогнозирование лесных пожаров; определение объекта наблюдения и контроля; ликвидация последствий пожарной неблагоприятной обстановки; реализация технических средств, метеорологического и нормативного обеспечения.

При степных пожарах: мероприятия по профилактике ущерба от степных пожаров идентичны при возникновении ландшафтных пожаров.

При торфяных пожарах: мониторинг и прогнозирование возгорания торфяных болот, осушенных искусственно или естественно; контроль перегрева поверхности мест залежей торфа солнечными лучами; обучение населения по правилам обращения с огнём; определение территории, в пределах которой возможно возникновение бедствия, ограничение посещения людей данных территорий.

Рассмотрев опасные для угольных предприятий явления природного происхождения, перейдём к рассмотрению происшествий техногенного характера.

#### **Промышленные аварии и катастрофы**

При предупреждении промышленных аварий и катастроф необходимо руководствоваться положениями и правилами метеорологического обеспечения контроля состояния сложных технических систем при техногенных авариях и катастрофах, в том числе предшествующих возникновению чрезвычайных ситуаций [12, 13].

При радиационных авариях и катастрофах: разработка и реализация предупредительных мероприятий на радиационно опасном объекте по недопущению выброса или выхода

радиоактивных веществ, в том числе с ионизирующими излучениями; надлежащая эксплуатация объекта, с учетом пределов безопасности при эксплуатации; при радиоактивном заражении необходимо учитывать заражение поверхности земли, атмосферы, воды, продовольствия, пищевого сырья и других условий, необходимых для обеспечения проживания людей.

При химических авариях: контроль за деятельностью предприятий по предупреждению выхода химических веществ в окружающую среду; недопущение достижения превышения концентрации опасных химических веществ; предупреждение выброса и пролива опасных химических веществ.

При биологических авариях: ограничительные мероприятия по распространению биологических веществ природного или искусственного происхождения с учетом пределов допустимых норм; ограничение соприкосновения с сельскохозяйственными животными, растениями, окружающей средой; уменьшение зоны биологического заражения.

При гидрологических авариях: мониторинг и прогнозирование значительной скорости распространения воды; контроль за состоянием гидротехнических сооружений; расположение гидросооружений с учётом возможного подтопления объектов и мест проживания населения.

#### **Пожары и взрывы**

Профилактика пожаров и взрывов включает в себя комплекс систем противопожарной защиты по предупреждению и снижению социально-экономического ущерба от опасных факторов пожара [14, 15, 16].

При предупредительных мероприятиях необходимо руководствоваться режимными требованиями [17].

Хотелось бы обратить внимание, что для угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий определен характерный принцип реализации нормативно – правовых требований в области пожарной безопасности [18].

Так, несмотря на ряд проведённых нормативно – технических реформ, количество требований из года в год только увеличивается. К имеющимся требованиям добавлены своды правил, которые зачастую дублируют требования, регламентирующие различными федеральными нормотворческими органами исполнительной власти. Большинство требований носит рекомендательный характер [5], но во исполнение технических регламентов в области пожарной безопасности для достижения пожаробезопасности людей необходимо руководствоваться

документами, в том числе рекомендательного характера. То есть своды правил и государственные стандарты, принятые в целях реализации технического регламента по обеспечению безопасности населения, становятся обязательными к исполнению.

В свою очередь пожарная безопасность регламентирована требованиями, а профилактика происшествий, связанных со взрывами, определена исполнением федерального законодательства в области промышленной безопасности [1]. Пожары и взрывы профилактуются совместными мероприятиями, реализуемыми при осуществлении федерального государственного пожарного надзора и федерального государственного надзора в области промышленной безопасности [19, 20].

Далее рассмотрим мероприятия по предупреждению возникновения опасных происшествий техногенного характера.

При пожарах: профилактика пожаров; спасение людей при возникновении пожаров, имущества; оказание пострадавшим первой помощи; тушение пожаров; аварийно-спасательные работы; реализация системы обеспечения безопасности от пожаров [15, 16].

При взрывах: анализ пожарной безопасности технологических процессов; определение пожароопасных и аварийных ситуаций; определение причин возникновения пожароопасных ситуаций; построение взрывоопасных ситуаций; предупреждение процесса выделения энергии; создание взрывоопасной системы; обеспечение взрывобезопасности и взрывоустойчивости; обеспечение противовзрывной защиты; анализ возможного возникновения вида взрывов, (физический, химический, аварийный, детонационный, огненный шар, сосредоточенный, объемный, пылевоздушной (пылегазовой) смеси, угольной пыли) [21, 22].

При ударной волне: создание условий в технологической среде, при которой резкое увеличение плотности, скорости и давления в газе или жидкости не будет достигать предельно допустимые для человека или объекта показатели (избыточного давления, импульс) [23].

При избыточном давлении: расчёт по пожарной и взрывопожарной опасности помещений, зданий и наружных установок; разработка противопожарных мероприятий для технологических сред; обеспечение противопожарной защиты технологических процессов; ограничение образования газо-, паро- и пылевоздушных смесей.

#### Опасные происшествия на транспорте

Опасные происшествия на транспорте относятся к источникам чрезвычайных ситуаций техногенного характера [13]. Происшествия на транспорте сопровождаются гибелью людей, уничтожением или повреждением транспортной инфраструктуры, нанесение ущерба окружающей среде. Транспортные происшествия разделяется по видам транспорта. Для недопущения транспортных аварий необходимо проведение нижеприведенных превентивных мероприятий.

При крушении поезда: предупреждение столкновений поездов – пассажирских и грузовых; предотвращение сходов подвижных составов; недопущение гибели людей и снижение материального ущерба при столкновении или сходе поездов.

При железнодорожных авариях: предупреждение аварий на железных дорогах с повреждением подвижного состава и (или) гибели людей; приведение в надлежащее работоспособное состояние аварийных участков.

При дорожно-транспортных происшествиях (ДТП): профилактика транспортных аварий; снижение социально – материальных потерь в результате ДТП; приведение к соответствию автомобильных дорог.

При авариях на подземных сооружениях: предупреждение опасных происшествий угольных предприятий; проведение подземных работ, угольных выработок, подземного складирования и транспортировки в соответствии с нормативно – правовыми требованиями [1]; недопущения обрушений подземных тоннелей; проведение предупредительных мероприятий по снижению социально-экономических потерь в результате возникновения аварий; проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ; организация и осуществление государственного надзора за безопасным ведением работ, связанных с использованием недр [24].

Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций актуально и для зарубежных стран. За рубежом рассмотрены перспективы социальных проблем, а также проведены исследования стихийных бедствий и управление чрезвычайными ситуациями. Исследованы методы управления в чрезвычайных ситуациях. Рассмотрены человеческие бедствия и смена политических устоев в результате стихийных катастроф [25, 26, 27, 28].

#### Заключение

Проведя рассмотрение профилактических мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера установлено, что в основу мероприятий входит

мониторинг и прогнозирование возникновения негативных ситуаций. Данное обусловлено непредсказуемостью природных явлений.

Техногенные происшествия довольно трудно спрогнозировать из-за значительного количества влияющих показателей. Тем не менее снижение риска возникновения происшествий техногенного происхождения возможно посредством выполнения нормативных требований и разработки дополнительных компенсирующих мероприятий.

В связи с тем, что на деятельность угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий влияют не только внутренние, но и внешние источники чрезвычайных ситуаций, необходимо взаимодействие угольных организаций с территориальными и функциональными подсистемами единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [29]. Угольным предприятиям фактиче-

ски экономически нецелесообразно содержание систем мониторинга и предупреждения природных явлений, сил и средств, необходимых для ликвидации чрезвычайных ситуаций, которые могут перерасти до федерального значения.

Несмотря на дополнительные требования, необходимые для реализации на потенциально опасных объектах [2], являющихся опасными производственными объектами [1], предусмотрено привлечение финансовых и материальных ресурсов органов местного самоуправления и субъектов Российской Федерации, на чьей территории расположены данные предприятия. Также предусмотрено привлечение соответствующих федеральных органов исполнительной власти предназначенных для решения тех или иных вопросов по обеспечению безопасности населения и надлежащему функционированию объектов экономики (МЧС России, МВД России, Ростехнадзор, Росгвардия и т.д.).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс]: Федеральный закон РФ от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 29.07.2018). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_15234/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/) (дата обращения: 30.06.2020).
2. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс]: Федеральный закон РФ от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. от 23.06.2020). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5295/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5295/) (дата обращения: 30.06.2020).
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 22.0.03.-95. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200001518> (дата обращения: 30.06.2020).
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 22.0.05-94. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200133493> (дата обращения: 30.06.2020).
5. О техническом регулировании [Электронный ресурс]: Федеральный закон РФ от 27.12.2002 № 184-ФЗ (ред. от 28.11.2018). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_40241/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/) (дата обращения: 30.06.2020).
6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов. Общие требования [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 22.1.06-99. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004001> (дата обращения: 30.06.2020).
7. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных гидрологических явлений и процессов. Общие требования [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 22.1.08-99. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003993> (дата обращения: 30.06.2020).
8. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных метеорологических явлений и процессов. Общие требования [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 22.1.07-99. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003994> (дата обращения: 30.06.2020).
9. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 22.1.09-99. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200025900> (дата обращения: 30.06.2020).
10. Охрана природы (ССОП). Охрана и защита лесов. Термины и определения [Электронный ресурс]: ГОСТ 17.6.1.01-83. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200009369> (дата обращения: 30.06.2020).
11. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 22.0.03-97. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200001518> (дата обращения: 30.06.2020).
12. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные аварии и катастрофы. Метрологическое обеспечение контроля состояния сложных технических систем. Основные положения и правила [Электронный ресурс]: ГОСТ 22.2.04-2012. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200108382> (дата обращения: 30.06.2020).
13. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения [Электронный ресурс]: ГОСТ 22.0.05-97. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-22-0-05-97> (дата обращения: 30.06.2020).
14. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. – М., 2000. – С. 118.
15. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон РФ от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 27.12.2019). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/) (дата обращения: 30.06.2020).
16. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон РФ от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 27.12.2018). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/) (дата обращения: 30.06.2020).
17. О противопожарном режиме [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 (ред. от 23.04.2020). URL: <http://base.garant.ru/70170244/#ixzz4c7mdlB28> (дата обращения: 30.06.2020).

18. Фомин А.И., Бесперстов Д.А. Принцип реализации нормативно-правовых требований в области пожарной безопасности на предприятиях угольной промышленности Кузбасса // XVII Международная конференция Сибирсурс 2018. – 22-23 ноября 2018. 121.1-121.7
19. О федеральном государственном пожарном надзоре [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 12.04.2012 № 290 (ред. от 09.10.2019). URL: <http://base.garant.ru/70161266/#ixzz4OHNq9Reb/> (дата обращения: 30.06.2020).
20. Об утверждении Положения о федеральном государственном надзоре в области промышленной безопасности [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 15.11.2012 № 1170 (ред. от 28.02.2018). URL: <https://base.garant.ru/70262352/> (дата обращения: 30.06.2020).
21. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 12.3.047-2012. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200103505> (дата обращения: 30.06.2020).
22. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Взрывы. Термины и определения [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 22.0.08-96. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200001534> (дата обращения: 30.06.2020).
23. Внешние воздействующие факторы. Термины и определения [Электронный ресурс]: ГОСТ 26883-86 (СТ СЭВ 5127-85). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003843> (дата обращения: 30.06.2020).
24. Об утверждении Положения о государственном надзоре за безопасным ведением работ, связанных с пользованием недрами, и о внесении изменений в Положение о государственном контроле за геологическим изучением, рациональным использованием и охраной недр [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 02.02.2010 № 39 (ред. от 05.06.2013). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_97203/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_97203/) (дата обращения: 30.06.2020).
25. Drabek, Thomas E, Ph.D. Responses To and Revisions Of The Human Side of Disaster. Professor, Emeritus, University of Denver, Denver, CO. 2013.
26. Grist, Robert E. Ph.D., CEM. «The Changing Paradigm of Emergency Management: Improving Professional Development for the Emergency Manager.» (Ph.D. dissertation Portland State University, June 2007).
27. Coppola, Damon. «Investigation of the Political Implications of Disasters Requiring International Assistance.» Bullock & Haddow, LLC. June 2011.
28. Social Problems Perspectives, Disaster Research and Emergency Management: Intellectual Contexts, Theoretical Extensions, and Policy Implications. Thomas E. Drabek, John Evans Professor, Emeritus, Department of Sociology and Criminology, University of Denver. February 2008. Revision and expansion of the 2006 E.L. Quarantelli Theory Award Lecture presented at the annual meeting of the American Sociological Association, New York City, New York, August, 2007.
29. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 (ред. от 28.12.2019). URL: <https://base.garant.ru/186620/> (дата обращения: 30.06.2020).

## REFERENCES

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон РФ от 21.07.1997 № 116-FZ (ред. от 29.07.2018) [On industrial safety of hazardous production facilities: Federal Law of the Russian Federation of July 21, 1997 No. 116-FZ (as amended on July 29, 2018)]. Retrieved from: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_15234/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/) [in Russian].
2. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федеральный закон РФ от 21.12.1994 № 68-FZ (ред. от 23.06.2020) [On the protection of the population and territories from natural and man-made emergencies: Federal Law of the Russian Federation of December 21, 1994 No. 68-FZ (as amended of June 23, 2020)]. Retrieved from: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5295/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5295/) [in Russian].
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации: ГОСТ Р 22.0.03.-95. Safety in emergency situations [Natural emergency situations: GOST R 22.0.03.-95]. Retrieved from: <http://docs.cntd.ru/document/1200001518> [in Russian].
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации: ГОСТ Р 22.0.05-94 [Safety in emergency situations. Technological emergencies: GOST R 22.0.05-94]. Retrieved from: <http://docs.cntd.ru/document/1200133493> [in Russian].
5. О техническом регулировании: Федеральный закон РФ от 27.12.2002 № 184-FZ (ред. от 28.11.2018) [On technical regulation: Federal Law of the Russian Federation dated December 27, 2002 No. 184-FZ (as amended on November 28, 2018)]. Retrieved from: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_40241/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/) [in Russian].
6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов. Общие требования: ГОСТ Р 22.1.06-99 [Safety in emergency situations. Monitoring and forecasting of dangerous geological phenomena and processes. General requirements: GOST R 22.1.06-99]. Retrieved from: <http://docs.cntd.ru/document/1200004001> [in Russian].
7. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных гидрологических явлений и процессов. Общие требования: ГОСТ Р 22.1.08-99 [Safety in emergency situations. Monitoring and forecasting of dangerous hydrological phenomena and processes. General requirements: GOST R 22.1.08-99]. Retrieved from: <http://docs.cntd.ru/document/1200003993> [in Russian].
8. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных метеорологических явлений и процессов. Общие требования: ГОСТ Р 22.1.07-99 [Safety in emergency situations. Monitoring and forecasting of dangerous meteorological phenomena and processes. General requirements: GOST R 22.1.07-99]. [in Russian].
9. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования: ГОСТ Р 22.1.09-99 [Safety in emergency situations. Monitoring and forecasting of forest fires. General requirements: GOST R 22.1.09-99]. Retrieved from: <http://docs.cntd.ru/document/1200025900> [in Russian].

10. Okhrana prirody (SSOP). Okhrana i zashchita lesov. Terminy i opredeleniya: GOST 17.6.1.01-83 [Nature Conservation (SSOP). Forest conservation and protection. Terms and definitions: GOST 17.6.1.01-83]. Retrieved from: <http://docs.cntd.ru/document/1200009369> [in Russian].
11. Bezopasnost' v chrezvychaynykh situatsiyakh. Prirodnyye chrezvychaynyye situatsii. Terminy i opredeleniya: GOST R 22.0.03-97 [Safety in emergency situations. Nature emergencies. Terms and definitions: GOST R 22.0.03-97]. Retrieved from: <http://docs.cntd.ru/document/1200001518> [in Russian].
12. Bezopasnost' v chrezvychaynykh situatsiyakh. Tekhnogennyye avarii i katastrofy. Metrologicheskoye obespecheniye kontrolya sostoyaniya slozhnykh tekhnicheskikh sistem. Osnovnyye polozheniya i pravila: GOST 22.2.04-2012 [Safety in emergency situations. Man-made accidents and disasters. Metrological support for monitoring the status of complex technical systems. The main provisions and rules: GOST 22.2.04-2012]. Retrieved from: <http://docs.cntd.ru/document/1200108382> [in Russian].
13. Bezopasnost' v chrezvychaynykh situatsiyakh. Tekhnogennyye chrezvychaynyye situatsii. Terminy i opredeleniya: GOST 22.0.05-97. URL: [Safety in emergency situations. Man-made emergencies. Terms and definitions: GOST 22.0.05-97]. Retrieved from: <http://docs.cntd.ru/document/gost-22-0-05-97> [in Russian].
14. Koshmarov, Yu.A. (2000). Prognozirovaniye opasnykh faktorov pozhara v pomeshchenii [Indoor fire hazard forecasting]. Moscow [in Russian].
15. O pozharной безопасности: Federal'nyy zakon RF ot 21.12.1994 № 69-FZ (red. ot 27.12.2019) [On fire safety: Federal Law of the Russian Federation dated December 21, 1994 No. 69-FZ (as amended on December 27, 2019)]. Retrieved from: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/) [in Russian].
16. Tekhnicheskii reglament o trebovaniyakh pozharной безопасности: Federal'nyy zakon RF ot 22.07.2008 № 123-FZ (red. ot 27.12.2018) [Technical regulation on fire safety requirements: Federal Law of the Russian Federation of July 22, 2008 No. 123-FZ (as amended on December 27, 2018)]. Retrieved from: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699) [in Russian].
17. O protivopozharnom rezhime: Postanovleniye Pravitel'stva RF ot 25.04.2012 № 390 (red. ot 23.04.2020) [On the fire-fighting regime: Decree of the Government of the Russian Federation of 04.25.2012 No. 390 (as amended on 04.23.2020)]. Retrieved from: <http://base.garant.ru/70170244/#ixzz4c7mdIB28> [in Russian].
18. Fomin, A.I. & Besperstov, D.A. (2018). Printsip realizatsii normativno-pravovykh trebovaniy v oblasti pozharной безопасности na predpriyatiyakh ugol'noy promyshlennosti Kuzbassa [Regulatory requirements' implementation principle in the field of fire safety at the enterprises of Kuzbass coal industry]. Proceedings from Sibresurs XVII International Conference, November 22-23, 2018, 121.1-121.7 [in Russian].
19. O federal'nom gosudarstvennom nadzore: Postanovleniye Pravitel'stva RF ot 12.04.2012 № 290 (red. ot 09.10.2019) [On Federal State Fire Supervision: Decree of the Government of the Russian Federation of April 12, 2012 No. 290 (as amended on October 10, 2019)]. Retrieved from: <http://base.garant.ru/70161266/#ixzz4OHNq9Reb/> [in Russian].
20. Ob utverzhdenii Polozheniya o federal'nom gosudarstvennom nadzore v oblasti promyshlennoy безопасности: Postanovleniye Pravitel'stva RF ot 15.11.2012 № 1170 (red. ot 28.02.2018) [On approval of the Regulation on federal state supervision in the field of industrial safety: Decree of the Government of the Russian Federation of November 15, 2012 No. 1170 (as amended of February 28, 2018)]. Retrieved from: <https://base.garant.ru/70262352/> [in Russian].
21. Sistema standartov безопасности труда (SSBT). Pozharnaya безопасность' tekhnologicheskikh protsessov. Obshchiye trebovaniya. Metody kontrolya: GOST R 12.3.047-2012 [Occupational safety standards system (SSBT). Fire safety of technological processes. General requirements. Control methods: GOST R 12.3.047-2012]. Retrieved from: <http://docs.cntd.ru/document/1200103505> [in Russian]
22. Bezopasnost' v chrezvychaynykh situatsiyakh. Tekhnogennyye chrezvychaynyye situatsii. Vzryvy. Terminy i opredeleniya: GOST R 22.0.08-96 [Safety in emergency situations. Man-made emergencies. Explosions. Terms and definitions: GOST R 22.0.08-96]. Retrieved from: <http://docs.cntd.ru/document/1200001534> [in Russian].
23. Vneshniye vozdeystvuyushchiye faktory. Terminy i opredeleniya: GOST 26883-86 (ST SEV 5127-85) [External factors. Terms and definitions: GOST 26883-86 (ST SEV 5127-85)]. Retrieved from: <http://docs.cntd.ru/document/1200003843> [in Russian].
24. Ob utverzhdenii Polozheniya o gosudarstvennom nadzore za bezopasnym vedeniyem работ, svyazannykh s pol'zovaniyem nedrami, i o vnesenii izmeneniy v Polozheniye o gosudarstvennom kontrole za geologicheskim izucheniym, ratsional'nyim ispol'zovaniyem i okhranoy nedr: Postanovleniye Pravitel'stva RF ot 02.02.2010 № 39 (red. ot 05.06.2013) [On approval of the Regulation on state supervision of the safe work conduct related to the use of mineral resources, and on amendments to the Regulation on state control of geological exploration, rational use and protection of mineral resources: Decree of the Government of the Russian Federation of 02.02.2010 No. 39 (as amended on 05.06. 2013)]. Retrieved from: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_97203/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_97203/) [in Russian].
25. Drabek, Thomas E, Ph.D. (2013). Responses To and Revisions Of The Human Side of Disaster. Professor, Emeritus, University of Denver, Denver, CO. [in English].
26. Grist, Robert E. Ph.D., CEM. «The Changing Paradigm of Emergency Management: Improving Professional Development for the Emergency Manager.» (Ph.D. dissertation Portland State University, June 2007) [in English].
27. Coppola, Damon. (2011). Investigation of the Political Implications of Disasters Requiring International Assistance. Bullock & Haddow, LLC. [in English].
28. Social Problems Perspectives, Disaster Research and Emergency Management: Intellectual Contexts, Theoretical Extensions, and Policy Implications. Thomas E. Drabek, John Evans Professor, Emeritus, Department of Sociology and Criminology, University of Denver. February 2008. Revision and expansion of the 2006 E.L. Quarantelli Theory Award Lecture presented at the annual meeting of the American Sociological Association, New York City, New York, August, 2007 [in English].
29. O yedinoй gosudarstvennoy sisteme preduprezhdeniya i likvidatsii chrezvychaynykh situatsiy: Postanovleniye Pravitel'stva RF ot 30.12.2003 № 794 (red. ot 28.12.2019) [On the unified state system for the prevention and liquidation of emergency situations: Decree of the Government of the Russian Federation of December 30, 2003 No. 794 (as amended on December 28, 2019)]. Retrieved from: <https://base.garant.ru/186620/> [in Russian].



**А.И. Фомин // A.I. Fomin**  
ncvostnii@yandex.ru

д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник отдела АО "НЦ ВостНИИ", Россия, 650002, г. Кемерово, ул. Институтская, 3  
doctor of technical sciences, department leading scientific researcher, JSC «Sc VostNIi», 3, Institutskaya Str., Kemerovo, 650002, Russia



**Д.А. Бесперстов// D.A. Besperstov**  
gpnbesperstov@yandex.ru

кандидат техн. наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности», ФГБОУ ВПО «КемГУ», г. Кемерово. Россия, 650056 г. Кемерово, Бульвар Строителей, д. 47.  
candidate of technical sciences, associate professor of "Life Safety" chair, FGBOU VPO "KemGU", Kemerovo. Russia, 650056 Kemerovo, Stroitelei Boulevard, d. 47.

УДК 614.849

## МНОГОЛЕТНИЙ АНАЛИЗ ГИБЕЛИ НАСЕЛЕНИЯ КУЗБАССА ПРИ ПОЖАРАХ LONG-TERM ANALYSIS OF KUZBASS POPULATION DAMAGE AT FIRE

*В статье представлен анализ риска гибели людей при пожарах на территории Кемеровской области, проанализированы причины возникновения пожаров, наносящих непоправимый вред здоровью и жизни людей. В качестве примера указаны муниципальные образования, имеющие повышенный риск проявления опасных факторов пожара, гибели людей. Приведена структура погибших по социальному положению и возрасту детей. Обращено внимание на повышение культуры пожарной безопасности, компетентности поведения людей как на производстве, так и в быту.*

*The article presents an analysis of the death risk in fires in the Kemerovo region, analyzes the causes of fires that inflict irreparable harm on human health and life. Municipal entities with an increased risk of dangerous fire factors and deaths manifestation are indicated as an example. The structure of the dead by the social status and age of the children is given. Attention is drawn to improving the fire safety culture and the competence of people's behavior both in production and in everyday life.*

**Ключевые слова:** ПОЖАР, ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ ПОЖАРА, РИСК ГИБЕЛИ ЛЮДЕЙ, ПОВЫШЕНИЕ КУЛЬТУРЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.

**Key words:** FIRE, FIRE DANGEROUS FACTORS, RISK OF PEOPLE KILLING, IMPROVEMENT OF FIRE SAFETY CULTURE.

**П**редупреждение гибели людей на пожарах является одной из основных задач, стоящих перед государством [1]. Правительство Российской Федерации, федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов, муниципальные образования и организации разрабатывают комплекс систем, технического и организационного характера, обеспечения пожарной безопасности, по снижению количества пожаров и риска гибели людей на них [2, 3].

В целях выработки необходимых действий по борьбе с пожарами и гибели людей, в том числе детей осуществляется мониторинг пожаров и причин их возникновения. В Российской Федерации это осуществляется в форме статистического наблюдения федеральным государственным пожарным надзором МЧС России [4, 5]. Статистические сведения по пожарам размещаются на официальных сайтах МЧС России [6, 7].

Для выработки профилактических противопожарных решений в Кузбассе проведем многолетний анализ гибели населения Кемеровской

области при пожарах по муниципальным образованиям. Это позволит определить наибольшую вероятность гибели людей на территории отдельного муниципалитета.

За пятилетний период с 2015 по 2019 годы на территории Кемеровской области произошло 49005 пожаров, на которых погибло 997 человек. В большинстве случаев (90%) гибель людей произошла в жилье, как частном, так и муниципальном [7]. Нехарактерный пожар с массовой гибелью людей, в том числе детей произошел в 2018 году в ТРК «Зимняя вишня» г. Кемерово, когда погибло 60 человек, из них 37 несовершеннолетних [8].

Рассмотрим более подробно многолетнюю динамику гибели людей при пожарах в Кузбассе, социальный портрет погибших и причины возникновения пожаров с гибелью, в том числе детской.

**Гибель при пожарах в городских округах Кемеровской области (2015-2019 гг)**

Проведя пятилетний анализ гибели кузбассовцев при пожарах установлено, что наи-

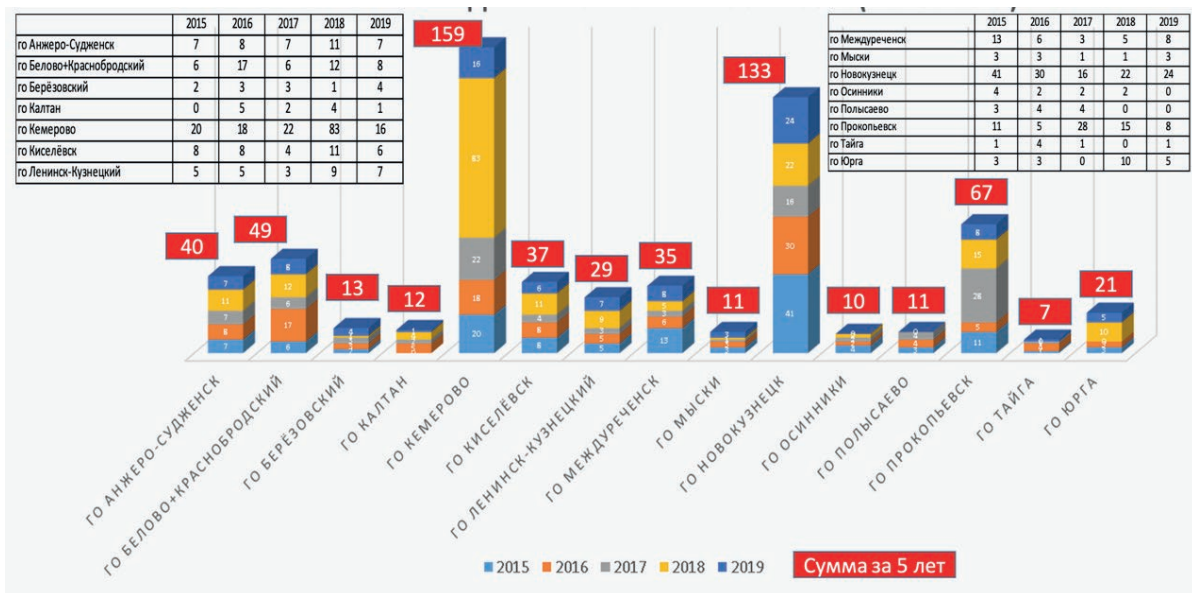


Диаграмма 1 – Многолетняя динамика гибели в городских округах Кузбасса  
Diagram 1 - Long-term dynamics of death in urban areas of Kuzbass

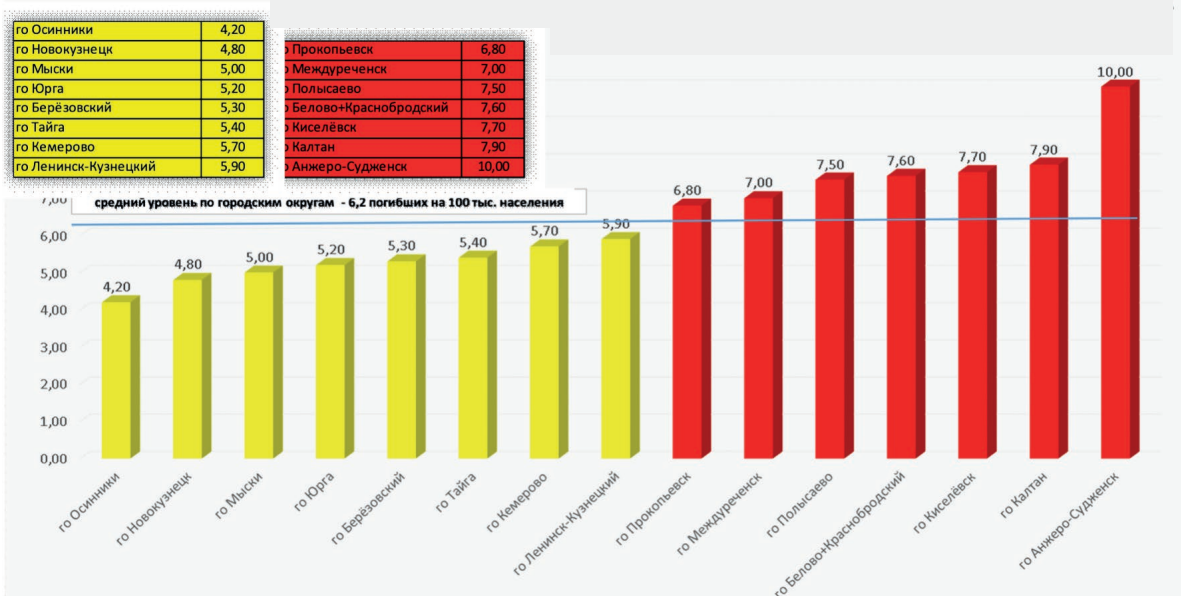


Диаграмма 2 – Среднегодовое количество погибших в городских округах на 100 тыс. населения Кузбасса  
Chart 2 - The average annual death toll in urban areas per 100 thousand population of Kuzbass

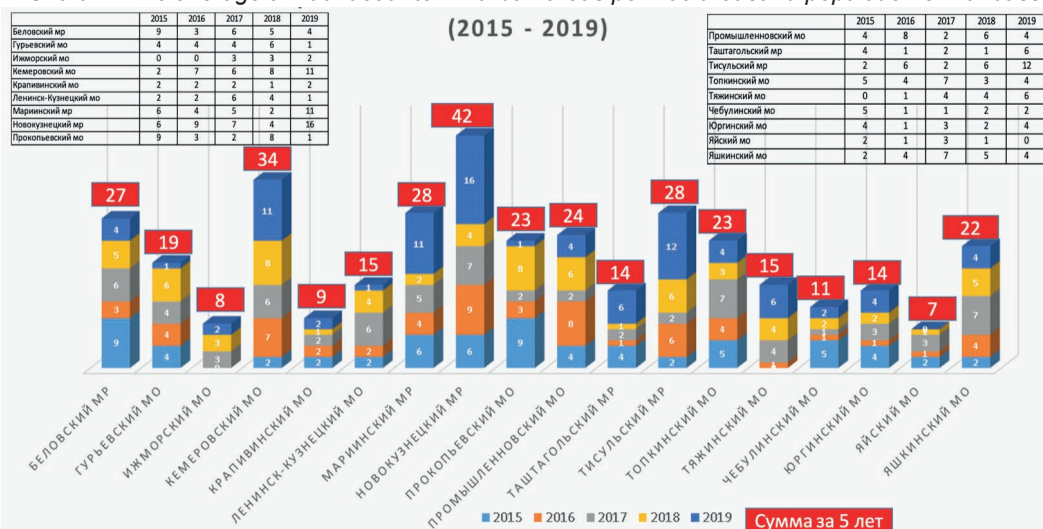


Диаграмма 3 – Многолетняя динамика гибели в муниципальных районах и округах Кузбасса  
Diagram 3 - Long-term dynamics of death in municipal districts and areas of Kuzbass





Диаграмма 4 – Среднегодовое количество погибших в муниципальных районах и округах на 100 тыс. населения Кузбасса

Chart 4 - The average annual death toll in municipal districts and areas per 100 thousand population of Kuzbass

большее количество гибели людей произошла в городе Кемерово (189) и городе Новокузнецке (133) (диаграмма 1).

Вместе с тем, сопоставив гибель людей в Кузбассе к численности населения муниципальных образований, то есть, учитывая риски гибели людей, установлена наибольшая вероятность негативного влияния опасных факторов пожара на 100 тысяч населения среди городских округов в городе Анжеро-Судженске (10 человек на 100 тысяч). Город Кемерово (5,7 человек на 100 тысяч) и Новокузнецкий городской округ (4,8 на 100 тысяч) расположены ниже среднегодового пятилетнего уровня гибели населения по городским округам, который составляет 6,2 на 100 тысяч жителей Кузбасса (диаграмма 2).

**Гибель при пожарах в муниципальных районах и округах Кемеровской области (2015-2019 гг)**

Аналогичная ситуация в муниципальных районах и округах Кузбасса. Так, в общих показателях с 2015 по 2019 годам в Новокузнецком и Кемеровском муниципальных районах произошла максимальная гибель (42 и 34 человека за пять лет соответственно) (диаграмма 3).

В свою очередь, в относительных показателях на 100 тысяч населения в Тисульском (26,2) и Беловском (19,6) районах допущены максимальные негативные последствия, связанные с гибелью людей на пожарах (диаграмма 4).

**Детская гибель при пожарах в городских округах Кемеровской области (2015-2019**

гг)

Хотелось бы отметить случаи детской гибели на пожарах в городских округах.

Из-за трагедии, произошедшей в 2018 году в ТРК «Зимняя вишня» Кемеровский городской округ негативно лидирует как в общих показателях в (45), так и относительных на 100 тысяч населения (1,6) (диаграмма 5).

Вместе с тем, в городе Анжеро-Судженске с 2015 по 2019 годы на 100 тысяч населения также, как и в городе Кемерово, в среднем погиб 1,6 ребёнка в год (диаграмма 6).

**Гибель детей при пожарах в муниципальных районах и округах Кемеровской области**

**(2015-2019 гг)**

При анализе многолетней динамики детской гибели на пожарах в муниципальных округах и районах установлено, что за пятилетний период в Тисульском муниципальном районе и Промышленновском муниципальном округе погибло наибольшее количество детей, по 5 в каждом муниципалитете. Данные показатели подтверждены и при анализе на 100 тысяч населения (диаграмма 7).

Из-за незначительного количества населения проживающего в Беловском муниципальном районе, где на пожарах погибло за последние 5 лет 3 ребёнка, данное муниципальное образование расположено на втором негативном месте, после Тисульского муниципального района, на 100 тысяч населения (средняя гибель 2,18 ре-

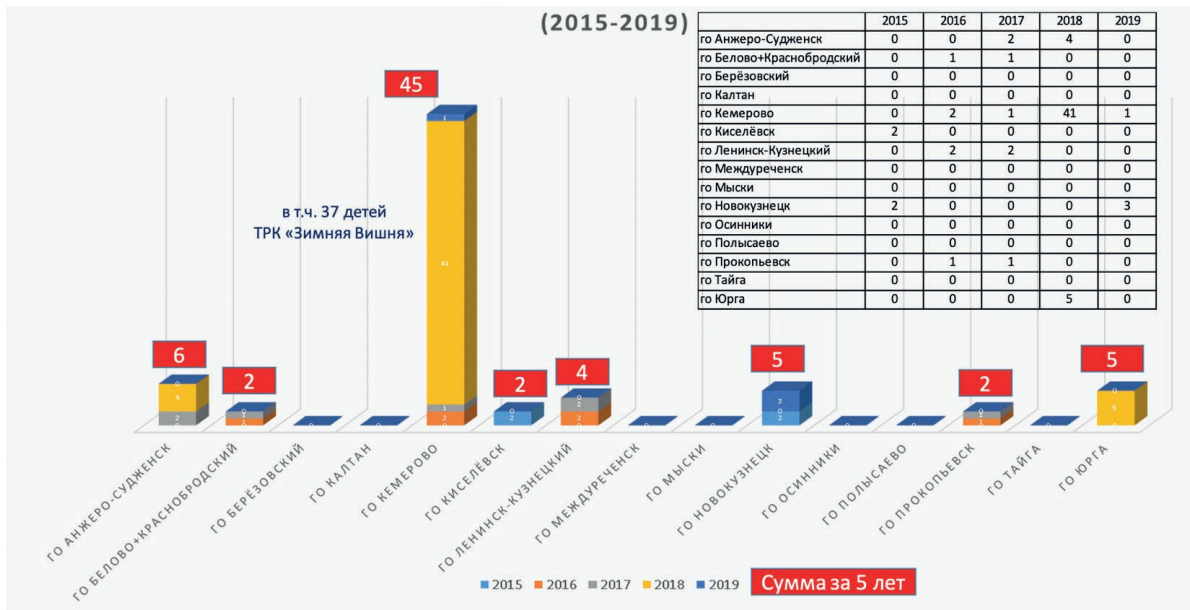


Диаграмма 5 – Многолетняя динамика гибели детей в городских округах Кузбасса  
Diagram 5 - Long-term dynamics of the death of children in the urban areas of Kuzbass

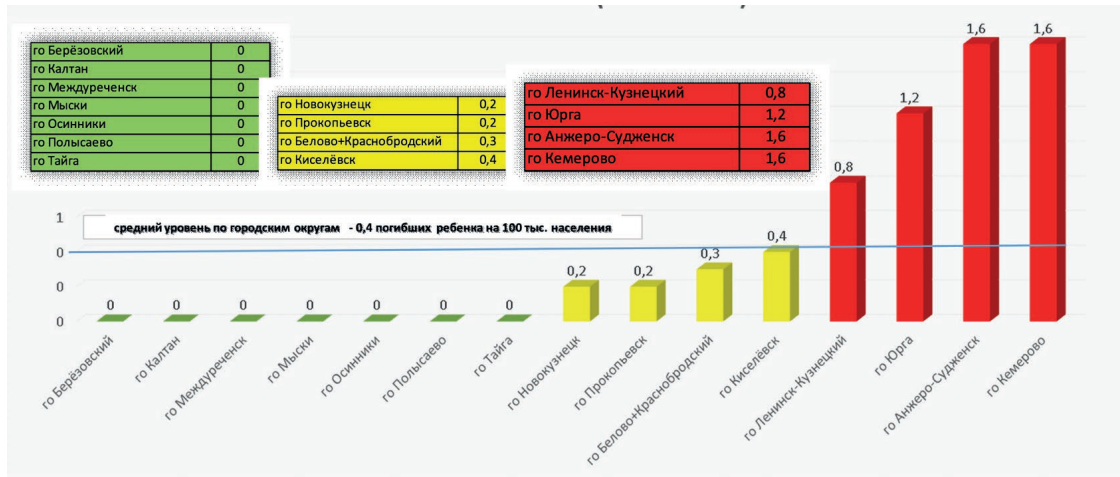


Диаграмма 7 – Многолетняя динамика гибели детей в муниципальных районах и округах Кузбасса  
Diagram 7 - Long-term dynamics of the death of children in municipal districts and areas of Kuzbass

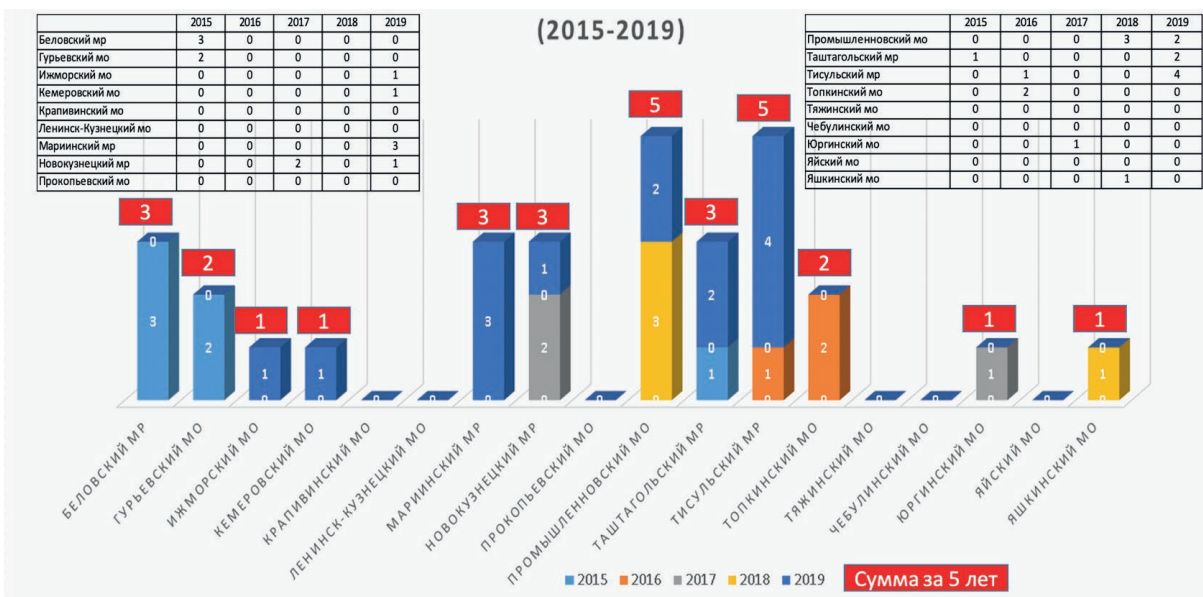


Диаграмма 6 – Среднегодовое количество погибших детей в городских округах на 100 тыс. населения Кузбасса  
Chart 6 - The average annual number of dead children in urban areas per 100 thousand population of Kuzbass

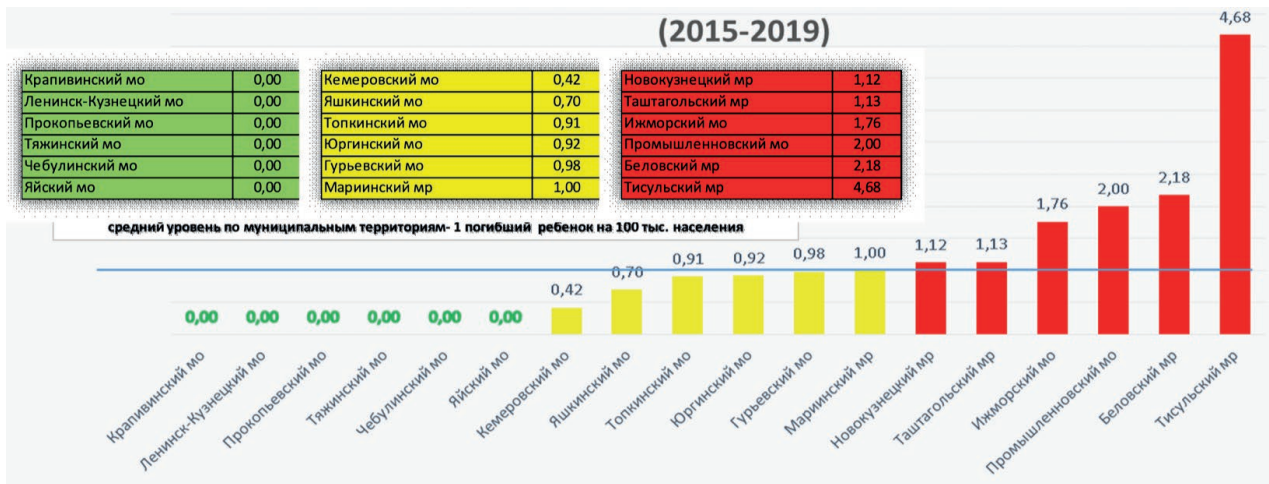


Диаграмма 8 – Среднегодовое количество погибших детей в муниципальных районах и округах на 100 тыс. населения Кузбасса

Chart 8 - The average annual number of dead children in municipal districts and areas per 100 thousand of the population of Kuzbass

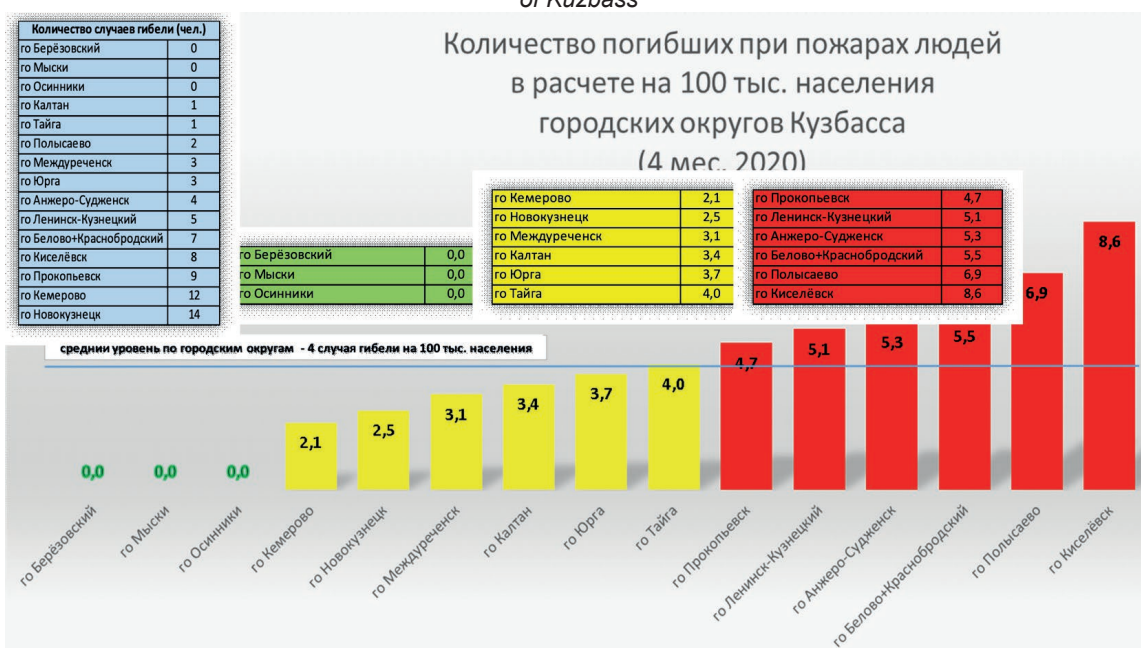


Диаграмма 9 – Количество погибших в городских округах на 100 тыс. населения Кузбасса

Chart 9 - The number of deaths in urban areas per 100 thousand population of Kuzbass



Диаграмма 10 – Количество погибших в муниципальных районах и округах на 100 тыс. населения Кузбасса

Chart 10 - The number of deaths in municipal districts and areas per 100 thousand of the population of Kuzbass



Диаграмма 11 – Количество погибших детей в городских округах на 100 тыс. населения Кузбасса  
 Chart 11 - The number of dead children in urban areas per 100 thousand population of Kuzbass



Диаграмма 12 – Количество погибших детей в муниципальных районах и округах на 100 тыс. населения Кузбасса  
 Diagram 12 - The number of dead children in municipal districts and areas per 100 thousand population of Kuzbass

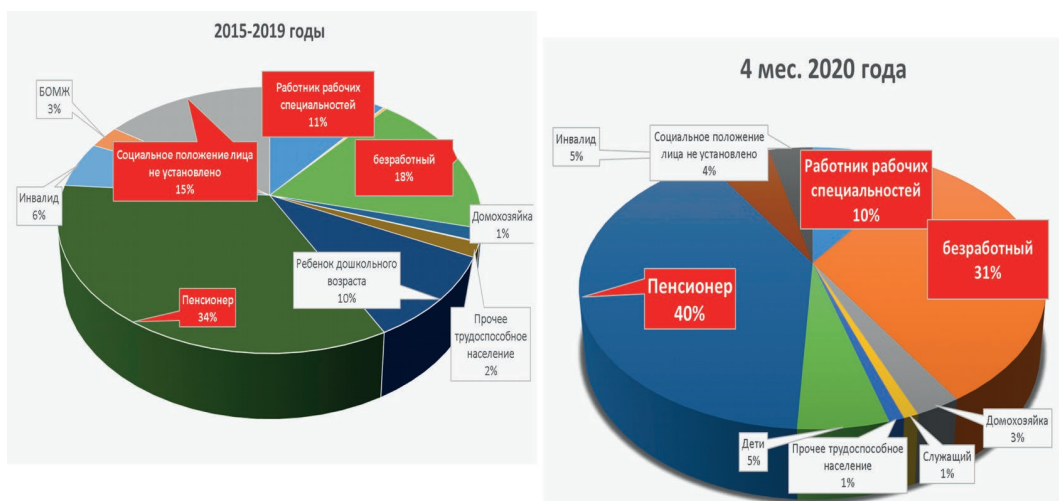


Диаграмма 13 – Структура погибших по социальному положению  
 Diagram 13 - The structure of the dead by social status

бёнка на 100 тысяч) (диаграмма 8).

**Гибель при пожарах, в том числе детей за 4 месяца 2020 года**

Из проведённого анализа гибели людей, в том числе детей, за 4 месяца 2020 года установлено, что на 100 тысяч населения негативно лидируют по городским округам Киселевск (8,6 человека на 100 тысяч населения) и Полысаево (6,9) (диаграмма 9).

По муниципальным районам и округам наихудшие показатели в Тисульском муниципальном районе (19,6) и Гурьевском муниципальном округе (17,8) (диаграмма 10).

В свою очередь, наибольшая детская гибель на 100 тыс. населения допущена в Киселевском (1) и Новокузнецком (1) городских округах (диаграмма 11).

Также, допущена детская гибель в двух муниципальных округах, Прокопьевском (1) и Гурьевском (3) (диаграмма 12).

Структуры погибших по социальному положению и возрасту детей

Рассмотрим структуру погибших на пожа-

рах в Кузбассе за 4 месяца 2020 года по социальному положению.

Как мы видим из диаграммы более 70% погибших пенсионеры и безработные. Аналогичная ситуация по гибели с 2015 по 2019 годы (52% от общего количества погибших) (диаграмма 13).

Среди погибших несовершеннолетних в 2020 году большинство составляют дети от 7 до 13 лет (67%). За предыдущий 5-ти летний период значительная гибель детей произошла в возрасте от 1 года до 6 лет (80%) (диаграмма 14).

**Структуры причин возникновения пожаров с гибелью людей, в том числе детей**

Среди гибели людей на пожарах можно выделить 3 основные причины: неосторожность при курении (36%), неосторожное обращение с огнём (29 %) и нарушение правил эксплуатации электрооборудования (23%). Подобные статистические показатели по причинам гибели при пожарах, произошедших с 2015 по 2019 годы (диаграмма 15).

Структура причин детской гибели на пожа-

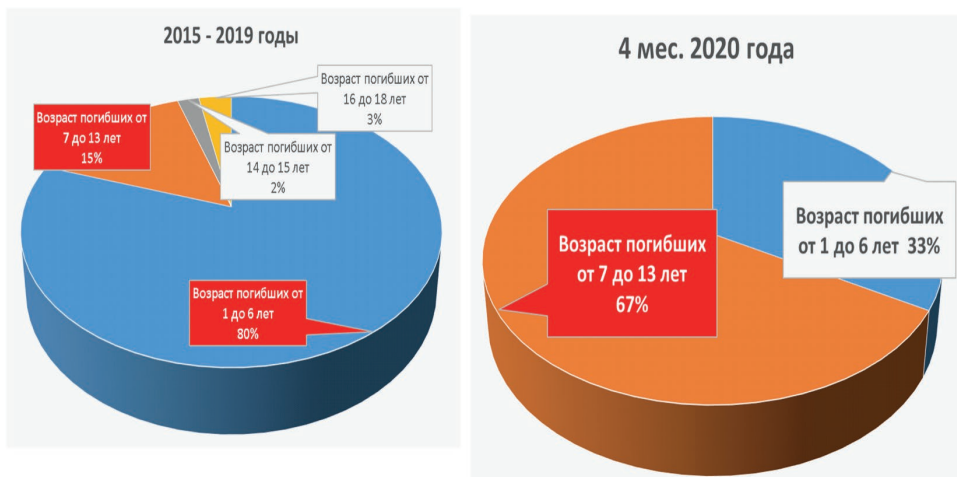


Диаграмма 14 – Структура погибших детей по возрасту  
Chart 14 - The structure of dead children by age

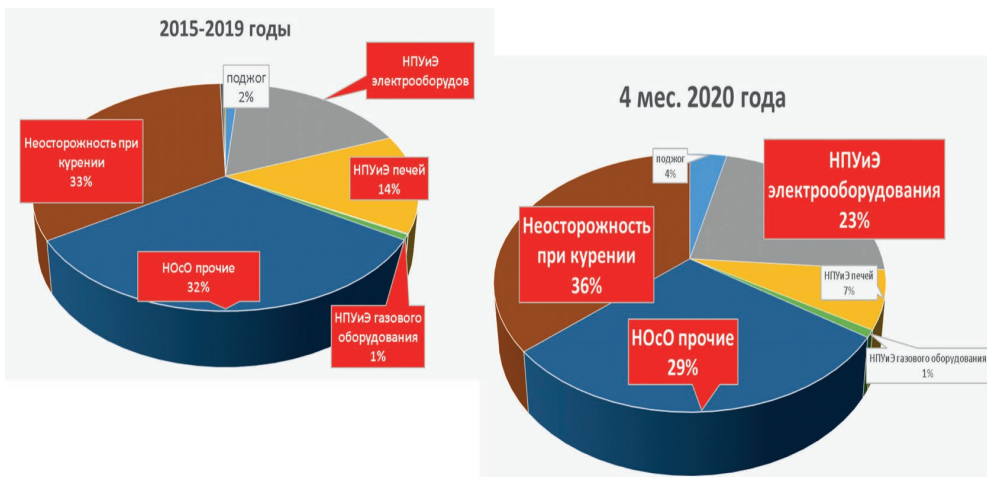


Диаграмма 15 – Структура причин пожаров с гибелью людей  
Diagram 15 - Structure of causes of fires with loss of life

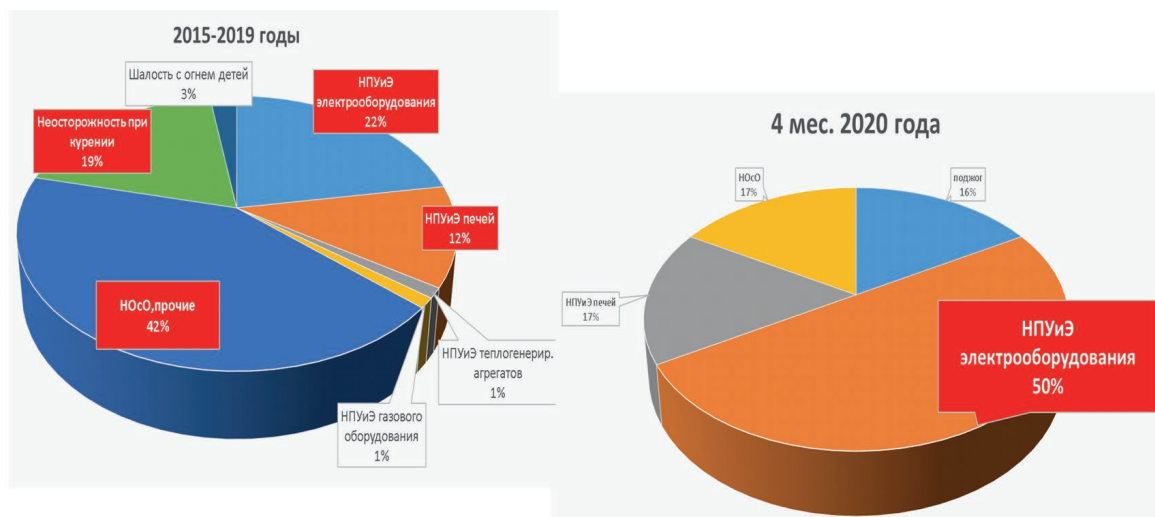


Диаграмма 16 – Структура причин пожаров с гибелью детей  
Diagram 16 - The structure of fire causes with the death of children

рах, произошедших в 2020 году на территории Кузбасса, указывает, что в 50% гибель несовершеннолетних обусловлено нарушениями правил устройства и эксплуатации электрооборудования. Основной причиной детской гибели при пожарах с 2015 по 2019 годы является неосторожное обращение с огнем (42%) (диаграмма 16).

#### Выводы и предложения

Проведя многолетний анализ гибели людей в Кузбассе на пожарах установлено, что средний уровень гибели людей, в том числе детей в муниципальных районах и округах на 100 тысяч населения (средний уровень погибших по муниципальным районам – 13 человек на 100 тысяч населения, из них 1 ребенок на 100 тысяч) превышает более чем в 2 раза средний уровень по городским округам (средний уровень погибших по городским округам – 6,2 человека на 100 тысяч населения, из них 0,4 ребёнка на 100 тысяч).

С учётом вышеизложенного необходимо увеличить профилактические меры по пожарам

в муниципальных округах и районах, особое внимание уделив пенсионерам и безработным на предмет разъяснения им правил обращения с огнём, в том числе при курении, а также правил монтажа и эксплуатации электрооборудования.

Хотелось бы обратить внимание, что гибель людей, более чем в 60%, происходит по причине неосторожности при курении и неосторожного обращения с огнем (65% с 2015 по 2019 годы, а также за 4 месяца 2020 года).

Вышеизложенное указывает на необходимость усиления с детства воспитания у людей культуры пожарной безопасности, повышения компетентности в вопросах обеспечения безопасности на производстве и в быту. Техническое состояние эксплуатируемого оборудования, имеющего повышенную пожарную опасность (электропроводка, электрооборудование, печи, газовые печи и другое), влияет на риски гибели людей меньше, чем профилактические противопожарные мероприятия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О пожарной безопасности: Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 26.07.2019). – М.: Собрание законодательства РФ. – 1994. – № 35 – Ч. 1. – Ст. 3649.
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности Российская Федерация [Электронный ресурс]: Федеральный закон РФ от 22.07.2008 № 123 (ред. от 27.12.2018). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/) (дата обращения: 01.06.2020).
3. О противопожарном режиме [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 (ред. от 20.09.2019). URL: <http://base.garant.ru/70170244/#ixzz4c7mdIB28> (дата обращения: 01.06.2020).
4. О федеральном государственном пожарном надзоре [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 12.04.2012 № 290 (ред. от 09.10.2019). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_128492/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_128492/) (дата обращения: 01.06.2020).
5. Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий [Электронный ресурс]: Приказ МЧС РФ от 21.11.2008 № 714 (ред. от 08.10.2018). URL: <https://base.garant.ru/194531/> (дата обращения: 01.06.2020).
6. Федеральный банк данных «Пожары» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/informacionnye-sistemy/federalnyy-bank-dannyh-pozhary> (дата обращения: 01.06.2020).
7. Сайт технической поддержки [Электронный ресурс]. URL: <https://sites.google.com/site/pojstat/statistika-pozarov-v-illustraciiah/statsbornik> (дата обращения: 01.06.2020).
8. Суд по делу о пожаре в ТЦ «Зимняя вишня» в Кемерово [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/sujet/5993/> (дата обращения: 01.06.2020).

REFERENCES

1. O pozharnoy bezopasnosti: Federal'nyy zakon ot 21.12.1994 № 69-FZ [On fire safety: Federal Law of December 21, 1994 No. 69-FZ (as amended and supplemented, entered into force on July 26, 2019)]. Collection of the legislation of the Russian Federation. - 1994. - No. 35 - Part 1.[in Russian].
2. Tekhnicheskiy reglament o trebovaniyakh pozharnoy bezopasnosti Rossiyskaya Federatsiya. Federal'nyy zakon RF ot 22.07.2008 № 123 (red. ot 27.12.2018) [Technical regulations on fire safety requirements Russian Federation. Federal Law of the Russian Federation of July 22, 2008 No. 123 (as amended on December 27, 2018). Retrieved from: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/) [in Russian].
3. O protivopozharnom rezhime [Elektronnyy resurs]: Postanovleniye Pravitel'stva RF ot 25.04.2012 № 390 (red. ot 20.09.2019) [On the fire regime. Decree of the Government of the Russian Federation of 04.25.2012 No. 390 (as amended on 09.20.2019)]. Retrieved from: <http://base.garant.ru/70170244/#ixzz4c7mdIB28> [in Russian].
4. O federal'nom gosudarstvennom pozharnom nadzore. Postanovleniye Pravitel'stva RF ot 12.04.2012 № 290 (red. ot 09.10.2019) [About the federal state fire supervision. Decree of the Government of the Russian Federation of 12.04.2012 No. 290 (as amended on 10/09/2019)]. Retrieved from: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_128492/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_128492/) [in Russian].
5. Ob utverzhdenii Poryadka ucheta pozharov i ikh posledstviy. Prikaz MCHS RF ot 21.11.2008 № 714 (red. ot 08.10.2018) [On approval of the Procedure for accounting for fires and their consequences. Order of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation dated November 21, 2008 No. 714 (as amended on October 8, 2018)]. Retrieved from: <https://base.garant.ru/194531/> [in Russian].
6. Federal'nyy bank dannykh «Pozhary» [Federal data bank "Fires"]. Retrieved from: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/informacionnye-sistemy/federalnyy-bank-dannyh-pozhary> [in Russian].
7. Sayt tekhnicheskoy podderzhki [Technical Support Site]. Retrieved from: <https://sites.google.com/site/pojstat/statistika-pozarov-v-illustraciiah/statsbornik> [in Russian].
8. Sud po delu o pozhare v TTS «Zimnyaya vishnya» v Kemerovo [The trial of the fire in the shopping center «Zimnyaya vishnya» in Kemerovo]. Retrieved from: <https://rg.ru/sujet/5993/> [in Russian].

СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗАПЫЛЕННОСТИ АТМОСФЕРЫ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА БАЗЕ ВСТРОЕННОЙ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ DUSTGAS



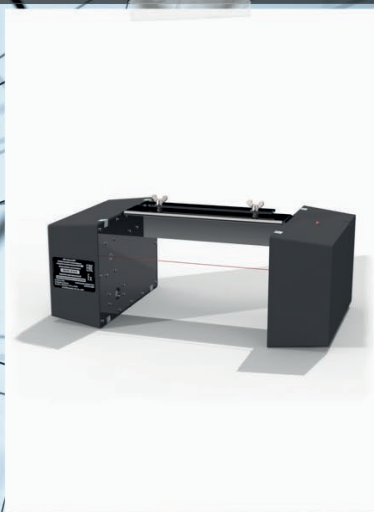
Стационарный датчик **ИЗСТ-01** для контроля рабочей зоны



Стационарный датчик **ИЗСТ-мини** для контроля пылящих грузов в полувагонах



Переносной прибор контроля запыленности **ПКА-01**



Система контроля пылеотложения, запыленности и дисперсного состава **СКИП**

ООО "Горный-ЦЮТ" indsafe.ru



■ **А. И. Фомин // A. I. Fomin**  
ncvostnii@yandex.ru

д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник отдела АО "НЦ ВостНИИ", Россия, 650002, г. Кемерово, ул. Институтская, 3  
doctor of technical sciences, department leading scientific researcher, JSC «ScC VostNIИ», 3, Institutskaya Str., Kemerovo, 650002, Russia



■ **А.А. Осипова// A.A. Osipova**  
osipova.anna.1990@mail.ru

соискатель, социальный педагог Государственное профессиональное образовательное учреждение «Кемеровский педагогический колледж», г. Кемерово applicant, social teacher State professional educational institution "Kemerovo Pedagogical College", Kemerovo

УДК 622.86;331.45

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ «СКЛОННОСТИ РАБОТНИКОВ К РИСКУ» НА УРОВЕНЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

### EVALUATION OF THE INFLUENCE OF "EMPLOYEES' DISPOSITION TO RISK" ON THE LEVEL OF INDUSTRIAL INJURIES AT THE COAL INDUSTRY ENTERPRISES

*Несмотря на то что предприятия угольной отрасли внедряют новые технологии угледобычи, новую современную высокопроизводительную горнодобывающую технику, передовые горнотранспортные машины, механизмы, групповые автоматизированные информационно-измерительные системы, позволяющие снизить риски аварийности, производственного травматизма и профессиональной заболеваемости, профессиональные риски на предприятиях угольной отрасли остаются высокими. Анализируя исследования российских и зарубежных ученых о влиянии человеческого фактора на уровень производственного травматизма, выяснилось, что в 90 – 95 % случаев связаны с низким уровнем компетентности работников, т. е. неспособностью работников безопасно выполнять свои трудовые функции. Авторами проведено исследование по оценке влияния человеческого фактора «склонности работников к риску» на уровень производственного травматизма на предприятиях угольной отрасли в рамках риск-ориентированного подхода.*

*Despite the fact that coal industry enterprises are introducing new coal mining technologies, new modern high-performance mining equipment, advanced mining transport vehicles, machinery, group automated information and measuring systems that can reduce the risks of accidents, work-related injuries and occupational morbidity, professional risks at coal enterprises remain high. Analyzing studies of the human factor influence on the level of occupational injuries of Russian and foreign scientists in 90 - 95% of cases are associated with a low level of competence of employees, i.e., the inability of employees to safely perform their labor functions. The authors conducted a study to assess the impact of the human factor "workers' risk disposition" on the level of occupational injuries in coal enterprises as part of a risk-based approach.*

**Ключевые слова:** УГОЛЬНАЯ ОТРАСЛЬ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ, ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РИСК. УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНОЙ ТРУДА.

**Key words:** COAL INDUSTRY, INDUSTRIAL INJURIES, HUMAN FACTOR, PROFESSIONAL RISK, LABOR PROTECTION MANAGEMENT

В последние годы все более актуальным становится вопрос риск-ориентированного подхода к обеспечению условий и охраны труда, оценки эффективности проводимых на предприятиях угольной промышленности превентивных мероприятий, а также оценки эффективности выделенных на обеспечение охраны труда ресурсов.

Вопросы обеспечения безопасности на горных предприятиях в процессе технической модернизации производства приобретают особое значение. На предприятиях угольной отрасли внедряются новые технологии угледобычи,

новая современная высокопроизводительная горная техника, горнотранспортные машины, групповые автоматизированные информационно-измерительные системы, позволяющие снизить риски аварийности, производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

В то же время комплексный анализ результатов исследований влияния человеческого фактора на уровень производственного травматизма российских и зарубежных ученых показал, что 90 – 95 % случаев связаны с низким уровнем компетентности работников, т. е. не способ-



ностью работников, безопасно выполнять свои трудовые функции, определенные трудовым договором.

ГОСТ 12.0.002-2014 [1] дает определение: «человеческий фактор – это совокупность личностных характеристик и поведения работающего, вызывающие в процессе трудовой деятельности преднамеренные или непреднамеренные, но неверные действия различного характера, в итоге приводящие к опасным происшествиям и ситуациям, инцидентам, авариям, несчастным случаям, производственно-обусловленным и профессиональным заболеваниям.

Человеческий фактор – это люди в их рабочей среде и их отношения с оборудованием, рабочими процедурами и физическим окружением».

Исследование возможных причин травматизма на производственных объектах показывает необходимость изучения влияния человеческого фактора как основной причины развития негативных ситуаций на предприятии. Так, в общей статистике причин несчастных случаев на производстве с тяжелыми последствиями более 70 – 90 % несчастных случаев обусловлены причинами организационного характера и человеческим фактором, 7,5% - техническими и технологическими причинами [2].

По информации Федеральной службы по труду и занятости (Роструд) на территории Российской Федерации сохраняется устойчивая тенденция к минимизации случаев производственного травматизма на предприятиях (Таблица 1). [3].

Для Кемеровской области-Кузбасса проблема травматизма на производственных объ-

ектах сохраняет свою актуальность. Согласно Годовому отчету о результатах деятельности Сибирского управления Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору за 2019 год на на предприятиях угольной промышленности Кемеровской области допущено 114 случаев причинения вреда жизни и здоровью граждан (12 мес. 2018г. – 118 (-4), в том числе 10 смертельных несчастных случаев (12 мес. 2018г. – 8 (+2).

Из 10 несчастных случаев со смертельным исходом, допущенных на предприятиях угольной промышленности, 9 допущены на предприятиях, ведущих добычу угля подземным способом (12 мес. 2018г. – 7 (+2) и 1 на открытых горных работах (12 мес. 2018г. – 1 (±0).

В 2019 году произошла 1 авария (12 мес. 2018г. – 4 (-3).

Так, 10.02.2019 на металлических эстакадах и в здании обогатительной фабрики опасного производственного объекта «площадка обогащения угля» ООО «ОФ «Коксовая» возник пожар, в результате которого были повреждены и частично обрушены металлоконструкции.

За 2019 год произошло 2 групповых несчастных случая (12 мес. 2018г. – 1 (+1), в которых пострадали 5 человек, в том числе 2 смертельно [4].

Общее сокращение случаев производственного травматизма стало возможным вследствие проводимой работы руководством и инженерно-техническим персоналом предприятий РФ по искоренению технической составляющей производственного травматизма. Масштабная работа по введению в эксплуатацию новых технологий и нового оборудования, своевременно-

Таблица 1. Динамика показателей производственного травматизма в Российской Федерации  
Table 1. Dynamics of occupational injuries in the Russian Federation

Показатели	Период										
	22008	22009	22010	22011	22012	22013	22014	22015	22016	22017	22018
Производственный травматизм со смертельным исходом	4130	3200	3244	3220	2999	2575	2347	2089	2072	1722	1698
Количество выявленных сокрытых несчастных случаев	2074	1949	1686	1486	1321	1112	953	772	726	696	565
Количество групповых несчастных случаев на производстве	1056	1008	1085	959	901	813	654	554	489	421	409

го обучения персонала, выдаче современных средств индивидуальной защиты и спецодежды привела к снижению числа несчастных случаев в 2,5 раза. [5]

Однако, несмотря на это, данная работа не привела к полному искоренению производственного травматизма, особенно это касается особо опасных производственных сфер, таких как угольная промышленность. Наиболее частыми причинами травматизма на рабочем месте в 2019 году стали: нарушение требований охраны труда, несоблюдение требований промышленной безопасности, ведение работ опасными методами, несогласованность действий, неудовлетворительная организация работ, отсутствие надлежащего контроля со стороны ответственных лиц (руководителей среднего звена – организаторов производства), выполнение работ, не относящихся к должностным обязанностям работника.

Проведенные исследования подтверждают, что на данный момент традиционными методами невозможно достичь нулевого риска и вообще исключить травматизм на производстве. Поэтому для разработки подходов к снижению вероятности потенциально опасного поведения работника на рабочем месте необходимо изучить психологические и социально-психологические причины рискованного и безответственного поведения. Тем более, что представленная Международной Ассоциацией социального обеспечения (МАСО) концепции VisionZero, или «нулевого травматизма», включает много психологических и социально-психологически обусловленных шагов [5].

Основываясь на современных тенденциях, на базе ОАО «Шахта Березовская» мы исследовали такое социально-психологическое качество личности, как склонность к рискованному поведению. Опрос проводился в 3 этапа, в ко-

тором приняло участие 40 человек. Участникам опроса необходимо было ответить на 3 блока вопросов, среди которых 10 вопросов были посвящены исследованию склонности к рискованному поведению. Показатель оценивался по количеству набранных баллов: чем выше балл – тем больше проявление данного качества личности. Проведя анализ полученных ответов, мы смогли сделать следующие выводы, представленные в таблице 2.

В результате проведенного тестирования работников угледобывающего предприятия выявлено, что больше половины опрошенных склонны к рискованному поведению (21 человек). Двое респондентов на данный блок вопросов отвечать отказались. На наш взгляд, такой высокий результат обусловлен спецификой работы, так как горнодобывающая отрасль исконно считается одной из самых опасных. Трудно отрицать, что данный вид деятельности сам по себе предполагает некоторую психологическую предрасположенность к риску. Несмотря на это, возможно, что далеко не последнюю роль играют и условия труда, в которых приходится работать опрашиваемым. Мы предполагаем, что работники зачастую вынуждены ввиду неудовлетворительных условий труда отступать от инструкций и поступать рискованно в потенциально опасных ситуациях.

Нами был проведен анализ результатов согласно возрастной группы опрашиваемых. В результате проведенного исследования были получены следующие результаты, представленные в таблице 3.

Проведенные исследования позволили нам сделать следующие заключения:

1. Молодые работники до 30 лет более осторожны во время исполнения своих служебных обязанностей. Данный факт можно объяснить тем, что представители этой возрастной

Таблица 2 Результаты тестирования склонности к рискованному поведению (наличие/отсутствие склонности)

Table 2 - Results of testing the tendency to risk behavior (presence / absence of tendency)

Положительные ответы на вопросы (склонность к рискованному поведению)																		
Баллы	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	
Количество опрошенных	1	4	7	3	1	1	2	3	4	3	5	0	0	0	2	2	0	
Отрицательные ответы на вопросы (отсутствие склонности к рискованному поведению)																		
Баллы	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	
Количество опрошенных	2	3	2	3	3	6	4	3	4	2	1	2	1	0	0	0	0	

Таблица 3 Склонность к рискованному поведению у респондентов разных возрастных групп  
 Table 3 - The tendency to risk behavior among respondents of different age groups

Возрастная группа	20 – 29 лет		30 – 39 лет		40 – 49 лет		50 и старше	
	+	-	+	-	+	-	+	-
Средний балл	4,6	5,5	6,1	5,5	5,5	4,8	5,3	4

группы имеют небольшой практический опыт, следовательно предпочитают во время исполнения своих профессиональных обязанностей придерживаться выданному наряд-заданию, должностной инструкции, инструкции по охране труда, паспорта ведения горных работ, регламентов и других нормативных документов.

2. Самой «рискованной» возрастной группой являются работники (специалисты) от 30 до 39 лет. На наш взгляд это обусловлено следующими причинами: работники данной возрастной группы уже наработали определенный рабочий стаж (от 10 лет и более) и практический опыт выполнения своих повседневных обязанностей, а также еще достаточно молоды, активны и уверены в своих силах. Именно данная уверенность подталкивает работников к отступлению от безопасных методов выполнения технологических операций (правил, паспортов) и к поиску оптимизации рабочего процесса, что в свою очередь несет потенциальную опасность и может привести к несчастному случаю.

3. В возрастной группе от 40 до 49 лет также показатель склонности к рискованному поведению выше среднего показателя, а также можно отметить, что показатель отсутствия выраженной склонности рискованного поведения стал понижаться. Это говорит о том, что для работников данной возрастной группы характерно рискованное поведение и более того, такое поведение становится скорее нормой. Работники от 40 до 49 лет имеют большой опыт работы, в том числе, возможно, они или их коллеги становились участниками нештатных ситуаций, аварий и несчастных случаев и имеют опыт реагирования на подобные случаи. Они реже будут рисковать и отходить от инструкции (правил, паспортов, проектов организации работ) и более будут подготовлены к правильным, безопасным действиям в случае чрезвычайной ситуации, чем их более молодые коллеги.

У респондентов от 50 и старше были выявлены усредненные показатели склонности к рискованному поведению. Однако также у этой возрастной группы и самый низкий показатель отсутствия таковой склонности, что подтверждает нашу точку зрения о том, что после приобре-

тения определенного опыта в текущих условиях труда рискованное поведение становится определенной нормой при наличии необходимости.

Невозможно не обратить внимание на тот факт, что среди респондентов были и те, у которых показатель склонности к рискованному поведению был максимально высоким: у двоих респондентов был результат 9 баллов и у еще двоих – 9,5 баллов при максимальном количестве 10 баллов. Эти работники относятся к следующим возрастным группам: одному опрашиваемому было 30 лет на момент проведения исследования («+»9,5 баллов и «-» 2 балла), двоим опрашиваемым было 41 и 42 года (9 и 3 балла; 9,5 и 2 балла соответственно), один опрашиваемый был в возрасте 52 года (9 и 2,5 балла). Данные работники имеют очень высокую склонность к рискованному и потенциально опасному поведению, и их действия в перспективе могут привести к серьезным и опасным нештатным ситуациям с нежелательными последствиями, такими как авария, несчастный случай, травма или даже смерть.

Таким образом, исходя из результатов исследования можно сделать вывод о том, что в настоящее время при этом уровне развития экономики и производственных процессов, для того чтобы достичь «нулевого травматизма» на предприятиях угольной промышленности и в других отраслях экономики, необходимо перенаправить свое внимание с оптимизации производственных технологий на изучения психологических и социально-психологических свойств личности работников. На данный момент это играет существенную роль в обеспечении производственной безопасности, поскольку, как бы быстро ни менялись технологии, на текущий момент времени нет возможности полностью отказаться от человеческого труда. Следовательно, поскольку любой машиной управляет человек, остается возможность принятия ошибочных решений при возникновении чрезвычайной ситуации, несвоевременности принимаемых мер по предотвращению, а также отсутствия слаженности действий, что и является на данный момент основными причинами производственного травматизма. Это требует совершенствования

системы профессионального отбора работников горных предприятий на основе комплекса психофизиологических тестов, позволяющих своевременно выявлять необходимые качества для конкретной работы на опасном производственном объекте.

В этой связи возникает вопрос опережающего, качественного обучения работников без-

опасным методам и приемам выполнения технологических операций с применением цифровых технологий, тренажеров, новейших методик обучения, позволяющих значительно повысить компетентность работников угольной отрасли, снизить профессиональные риски, сохранить самое ценное – жизнь и здоровье работников.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.0.002-2014 Система стандартов безопасности труда. Термины и определения.
2. Самарская Н.А., Ильин С.М. Актуальные вопросы охраны и экономики труда в современной России: монография. – Екатеринбург: ООО «Типография ДЛЯ ВАС», 2018. – 150 с.
3. Результаты общероссийского мониторинга условий и охраны труда за 2018 год. Минтруд России. Единая общероссийская справочно-информационная система по охране труда. [Электронный ресурс]. URL: <http://eisot.rosmintrud.ru/monitoringuslovij-i-okhrany-truda>.
4. Годовой отчет о результатах деятельности Сибирского управления Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору за 2019. [Электронный ресурс]. URL: <http://usib.gosnadzor.ru/about/reports>.
5. Хоменко А.О., Чекмарева М.А., Заболотских Т.В., Ильин С.М., Самарская Н.А. «Специфика психологических и социально-психологических рискориентированных подходов к управлению охраной труда»/Экономика труда. Том 6 – Апрель-июнь 2019. Изд. Креативная экономика, ISSN 2410-1613.

#### REFERENCES

1. GOST 12.0.002-2014 Sistema standartov bezopasnosti truda. Terminy i opredeleniya [Occupational safety standards system. Terms and Definitions] [in Russian].
2. Samarskaia, N.A., & Iliin, S.M. (2018). Aktual'nyye voprosy okhrany i ekonomiki truda v sovremennoy Rossii [Actual issues of labor protection and economics in modern Russia]. Yekaterinburg: Tipografia dlia vas [in Russian].
3. Rezul'taty obshcherossiyskogo monitoringa usloviy i okhrany truda za 2018 god. Mintrud Rossii [The results of the all-Russian monitoring of labor conditions and labor protection for 2018. Ministry of Labor of Russia]. Retrieved from: <http://eisot.rosmintrud.ru/monitoringuslovij-i-okhrany-truda> [in Russian].
4. Godovoy otchet o rezul'tatakh deyatel'no-sti Sibirskogo upravleniya Federal'noy sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru za 2019 [Annual report on the activity results of the Siberian Department of the Federal Service for Ecological, Technological and Nuclear Supervision for 2019]. Retrieved from: <http://usib.gosnadzor.ru/about/reports> [in Russian].
5. Khomenko, A.O., Chekmareva, M.A., Zabolotskikh, T.V., Iliin, S.M., & Samarskaia, N.A. (2019). Spetsifika psikhologicheskikh i sotsial'no-psikhologicheskikh riskoriyentirovan-nykh podkhodov k upravleniyu okhranoy truda [The specifics of psychological and socio-psychological risk-based approaches to labor protection management]. Labor Economics, volume 6, April-June. Kreativnaia ekonomika [in Russian].



ООО "Горный-ЦОТ"  
indsafe.ru

# ИЗСТ-01

ИЗМЕРИТЕЛЬ ЗАПЫЛЕННОСТИ СТАЦИОНАРНЫЙ



**В.Л. Павлова // V.L. Pavlova**  
p\_v\_75@mail.ru

кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой ФГБОУ Сибирский государственный университет путей сообщения, кафедра «Безопасность жизнедеятельности». 630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191  
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Life Safety Department Head., FGBOU Siberian State University of Railway Transport. 630049, Novosibirsk, ul. Dusi Kovalchuk, 191, dpt. "BZD"



**И.В. Пирумова // I.V. Pirumova**  
Pirumova\_777@mail.ru

кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ Сибирский государственный университет путей сообщения, кафедра «Безопасность жизнедеятельности». 630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191  
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, FGBOU Siberian State University of Railway Transport. 630049, Novosibirsk, ul. Dusi Kovalchuk, 191, dpt. "BZD"



**М.Г. Рублев // M.G. Rublev**  
rumag@ngs.ru

кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ Сибирский государственный университет путей сообщения, кафедра «Безопасность жизнедеятельности». 630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191  
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, FGBOU Siberian State University of Railway Transport. 630049, Novosibirsk, ul. Dusi Kovalchuk, 191, dpt. "BZD"



**Ю.Д. Шабанова // Yu.D. Shabanova**

кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ Сибирский государственный университет путей сообщения, кафедра «Безопасность жизнедеятельности». 630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191  
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, FGBOU Siberian State University of Railway Transport. 630049, Novosibirsk, ul. Dusi Kovalchuk, 191, dpt. "BZD"

УДК 331.453

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ НА ВЫСОТЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

ОАО «РЖД»

## PRACTICAL ISSUES OF ENSURING SAFETY WHEN PERFORMING WORK AT HEIGHT AT THE RUSSIAN RAILWAYS ENTERPRISES

*Многие виды работ на железнодорожном транспорте выполняются в условиях, связанных с подъемом на высоту. Работа на высоте всегда рискованна (это связано с психологическими аспектами фактического присутствия опасности). Для минимизации этого вида профессионального риска жизненно необходимо соблюдать меры безопасности и охраны труда в момент выполнения трудовых операций. Но соблюдение правил не всегда оказывается достаточным. Современная среда требует глубокого и тщательного изучения реальных обстоятельств несчастных случаев и применения новейших средств безопасности, удовлетворяющих требованиям конкретной производственной обстановки. Исходя из анализа характерного травматизма, условий труда на рассматриваемом объекте и опасных и вредных производственных факторов, влияющих на работника, был создан проект системы безопасности при выполнении работ на высоте (часть технологических операций выполняется с подъемом на подвижной состав). Проект системы безопасности предусматривает совершенствование и дополнение существующих индивидуальных, коллективных и дежурных средств защиты. Предлагается принципиально новая система обработки металлических частей подвижного состава от обледенения в зимний период для снижения риска падения, частичная замена специальной одежды для сохранения ловкости кисти рук (облегающие перчатки с обогревом). Для снижения травмирования тела при падении рекомендуется применения нового (дежурного) средства защиты – специальной «подушки безопасности», которая раскрывается только в момент падения, когда человек в течение нескольких секунд находится в состоянии невесомости. Совершенствование световой среды достигается за счет применения налобного фонаря с целью высвобождения рук и удобства освещения труднодоступных мест при работе в ночное время. В совокупности применение предлагаемых средств защиты позволит значительно снизить вероятность тяжелого травмирования и повысит личную уверенность работника при нахождении на высоте.*

*Many types of work in railway transport are carried out in conditions associated with lifting to a height. Working*

*at heights is always risky (this is due to the psychological aspects of the actual danger presence). To minimize this type of occupational risk, it is vital to observe safety and labor protection measures at the time of performing labor operations. But, compliance with the rules is not always sufficient. The modern environment requires an in-depth and thorough study of the real circumstances of accidents and the use of the latest safety equipment to meet the requirements of the specific work environment. Based on the analysis of typical injuries, working conditions at the object in question and hazardous and harmful production factors affecting the employee, a safety system project was created when performing work at height (some of the technological operations are performed with lifting onto the rolling stock). The security system project provides for the improvement and addition of existing individual, collective and duty protective equipment. A fundamentally new system is proposed for treating metal parts of rolling stock from icing in winter to reduce the risk of falling, a partial replacement of special clothing to maintain dexterity of the hand (tight-fitting gloves with heating). To reduce injury to the body in the event of a fall, it is recommended to use a new (duty) means of protection - a special "airbag", which is deployed only at the moment of a fall, when a person is in a state of weightlessness for several seconds. The improvement of the light environment is achieved through the use of a headlamp in order to free up hands and make it easier to illuminate hard-to-reach places when working at night. Taken together, the use of the proposed protective equipment will significantly reduce the likelihood of severe injury and increase the employee's personal confidence when at height.*

**Ключевые слова:** ОХРАНА ТРУДА, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ, РАБОТЫ НА ВЫСОТЕ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РИСК, ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ, СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ.

**Keywords:** LABOR PROTECTION, INDUSTRIAL INJURIES, WORK AT HEIGHT, OCCUPATIONAL RISK, RAILWAY TRANSPORT, PROTECTIVE EQUIPMENT.

**М**ногие виды работ на железнодорожном транспорте выполняются в условиях, связанных с подъемом на высоту. Это работа на различных видах кранов (козловой, мостовой и т.д.), работа, связанная с ремонтом контактной сети, коммерческий осмотр вагонов и пр. Работа на высоте всегда рискованна (это связано с психологическими аспектами фактического присутствия опасности). Для минимизации этого вида профессионального риска жизненно необходимо соблюдать меры безопасности и требования охраны труда в момент выполнения трудовых операций. Согласно [1] к высотным работам относятся работы, при которых:

а) существуют риски, связанные с возможным падением работника с высоты 1,8 м и более, в том числе:

- при осуществлении работником подъема на высоту более 5 м или спуска с высоты более 5 м по лестнице, угол наклона которой к горизонтальной поверхности составляет более 75°;

- при проведении работ на площадках на расстоянии ближе 2 м от неогражденных перепадов по высоте более 1,8 м, а также если высота защитного ограждения этих площадок менее 1,1 м;

б) существуют риски, связанные с возможным падением работника с высоты менее 1,8 м, если работа проводится над машинами или механизмами, поверхностью жидкости или сыпучих мелкодисперсных материалов, выступающими предметами.

Игнорирование правил безопасности при

выполнении работ на высоте приводит к весьма печальным последствиям. Ежегодная статистика по несчастным случаям, связанными с падением, показывает, что до 32% несчастных случаев (по данным Роструда) приходится на травмы при падении работников с высоты, из них 60% травм на высоте с летальным исходом [2]. Анализ несчастных случаев на производстве показывает, что их главной причиной является:

- нарушение работодателями законодательства в части обеспечения работников необходимыми средствами защиты при работах на высоте;

незнание работниками правил использования современных средств защиты на высоте;

- нарушение работниками правил применения современных средств;

- неудовлетворительная организация производства работ на высоте [2].

Причинами травматизма при выполнении работ на высоте на железнодорожном транспорте дополнительно могут являться неблагоприятные погодные условия, плохая видимость, работа в ночное время, рассеивание внимания из-за наличия других опасных факторов производства (например, движущийся подвижной состав). Поэтому актуальность тематики научного исследования очевидна.

На кафедру «Безопасность жизнедеятельности» Сибирского государственного университета путей сообщения поступила заявка от Западно-Сибирской дирекции управления движением на разработку дополнительных требований обеспечения безопасности при ком-

Таблица 1 – Опасные и вредные производственные факторы (ОиВПФ), воздействующие на приемосдатчика при выполнении трудовых операций  
 Table 1 - Hazardous and harmful production factors (OivPF) affecting the acceptance worker when performing labor operations

ОиВПФ	Источник воздействия	Характер воздействия на организм
Кинетическая энергия	Наезд подвижного состава	Травмы, летальный исход
Потенциальная энергия	Падение с высоты	Травмы, летальный исход
Тепловая энергия: – низкие температуры – высокие температуры	Воздушная среда	При работе на открытом воздухе в зимний период: обморожение; в летний период: ультрафиолетовый ожог, солнечный или тепловой удары
Электрическая энергия	Контактная сеть, повышенное значение напряжения электрической цепи, находящиеся под напряжением провода электрооборудования	Электротравма, электроудар, летальный исход
Напряженность труда	Проведение коммерческого осмотра, работа с технической документацией, на ПЭВМ, выход в парк станции	Рассеивание и ухудшение функций внимания, усталость, ухудшение памяти, угнетение характеристик и показателей психической активности
Тяжесть труда	Ходьба, подъем на высоту, неудобные положения тела	Нагрузка на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную)
Недостаточное или избыточное освещение	Работа в темное время суток на открытом воздухе, эффект ослепленности в зимний период от снега, отраженная блескость от металлических частей оборудования	Ухудшение процессов аккомодации, удлинение периода темновой и световой адаптации, снижение активности функций центральной нервной системы(ЦНС)
Шум	Подвижной состав	Угнетение функций слухового анализатора, ЦНС, сердечно-сосудистую и вестибулярную системы, желудочно-кишечный тракт
Электромагнитные излучения	ПЭВМ	Нарушение сна; значительное ухудшение зрительной активности; ослабление иммунной системы; различные нарушения жизнеобразующих процессов; расстройства сердечно-сосудистой системы.
Биологический фактор	Укусы насекомых в летний период (комары, мошки, пчелы, клещи и др.)	Аллергические реакции, местные инфекции и системные заболевания

мерческом осмотре вагонов, именно в части выполнения работы при подъеме на подвижной состав. Следовательно, объектом исследования являются условия труда приемосдатчика, который производит осмотр и прием составов.

Основная цель исследования - разработка дополнительных требований безопасности и охраны труда при выполнении работ на высоте при проведении коммерческого осмотра вагонов.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- тщательно проанализированы трудовые операции, связанные с подъемом на высоту;
- определен перечень опасных и вредных производственных факторов, воздействующих на работников при производстве указанных работ;
- осуществлен анализ характерного травматизма;
- рассмотрены имеющиеся методы и средства защиты работников на предмет их надежности и актуальности;
- с учетом выявленных недостатков разработаны предложения по внедрению дополнительных средств и систем защиты работников при выполнении работ на высоте.

Анализ технологии работы показал, что основная опасность падения приемосдатчика существует в момент поднятия-спуска по лестницам, на подножки особенно в темное время суток и в зимний период времени при обледенении металлических конструкций подвижного состава.

Потенциально опасные и вредные производственные факторы, воздействующие на приемосдатчика в процессе труда и усугубляющие тяжесть травмирования при падении, приведены в таблице 1.

Оценка неблагоприятных факторов трудового процесса выявила, что практически любой из рассмотренного перечня может усугубить риск и создать дополнительные условия травмирования при выполнении работ на высоте, отвлекая



Рисунок 1 - Перчатки с подогревом RL-3400  
Figure 1 - RL-3400 heated gloves



Рисунок 2 – Налобный фонарь Gigant HL-02  
Figure 2 – Headlamp Gigant HL-02

внимание приемосдатчика, ослепляя, ослабляя вестибулярную систему.

Проведя анализ существующих средств и методов защиты приемосдатчика при проведении коммерческого осмотра вагонов, мы пришли к выводу о необходимости дополнения и совершенствования как средств индивидуальной, так и средств коллективной защиты. Об этом же свидетельствует несчастный случай, произошедший в 2019 году с приемосдатчиком на линейном предприятии Западно-Сибирской железной дороги. Падение в колею железнодорожного пути с подвижного состава произошло по причине внезапно появившегося головокружения. Причины и последствия этого несчастного случая, наряду с анализом условий труда, легли в основу разработок по совершенствованию системы защиты при коммерческом осмотре вагонов.

Разработка рекомендаций проводилась по наиболее очевидным потенциальным факторам, усугубляющим риск падения.

Неблагоприятные микроклиматические условия в зимний период опасны не только низкими температурами, но и обледенением металлических частей подвижного состава (поручни, ступени лестниц, подножки), на которых можно поскользнуться. Для решения этой проблемы предлагается использование жидкости от обледенения, которая представляет собой смесь из 55% пропиленгликоля [3], которую приемосдатчик будет носить с собой в небольшом распылителе. В зависимости от толщины ледяного покрова время действия раствора будет иметь диапазон от 5 до 15 минут. В результате действия раствора появляется вода, которую можно при необходимости устранить салфеткой. После такой обработки раствор остается на поверхности в виде тонкой пленки, что в дальнейшем служит в качестве антиобледенителя, который обеспечивает продолжительную антифризную защиту и задерживает последующее образование или нарастание отложений снега, льда, снежной крупы или инея на поверхности.



Это средство отлично зарекомендовало себя в авиационных перевозках при наземном обледенении воздушных судов. Пропиленгликоль безопасен для организма человека (без употребления внутрь) и безвреден с экологической точки зрения.

Во время осмотра вагонов в зимнее время приемосдатчик контактирует с сильно охлажденными металлическими поверхностями, из-за чего может возникнуть переохлаждение и, как следствие, недостаточная ловкость кисти, что также повышает вероятность падения и травмирования. Для защиты от низких температур были предложены перчатки с подогревом фирмы Heat Brand (рис.1). Они не только защищают от холода, но и достаточно легкие, удобные, плотно облегающие ладонь.

В темное время суток приемосдатчик выполняет трудовые операции с использованием переносного ручного фонаря. Это осложняет подъем и спуск с подвижного состава. Поэтому была дана рекомендация в перечень средств индивидуальной защиты добавить налобный фонарь. Налобный фонарь Gigant HL-02 (рис.2) оснащен ремешком для фиксации на голову, что освобождает руки для работы. Он имеет поворотный светозащитный элемент, что особенно удобно при исследовании труднодоступных мест (например, под вагоном). Прибор имеет встроенный аккумулятор, которого хватает до 10 часов непрерывной работы. Дистанция освещения до 15 метров. Принципиальная замена ручного фонаря на налобный невозможна из-за требований инструкции по охране труда для приемосдатчика [4].

Для приемосдатчика использование

средств индивидуальной защиты от падения с высоты (предохранительные пояса и стропы) не представляется возможным из-за специфического положения тела. Рекомендуется применение дежурного средства защиты - специальной подушки безопасности Dianese D'Air Ski, которая автоматически надувается при падении и защищает поверхность грудной клетки и внутренних органов. Более подробное ее описание, характеристики и возможность использования в производственных условиях уже давались нами в одной из работ [5].

В летнее время во время выполнения работ на высоте приемосдатчику рекомендуется выдача антибликовых очков для исключения эффекта ослепленности и возможного нарушения координации. Антибликовые солнцезащитные очки помогают защитить и сохранить остроту зрения. Поляризация позволяет поглотить лучи синего спектра, которые сильно раздражают орган зрения, и оставить безопасный спектр желтых лучей. Они отсеивают отраженный свет, не давая глазу их фиксировать.

Применение современных средств защиты, соответствующих требованиям конкретной производственной обстановки, позволяет решать актуальные задачи охраны труда и служит достаточной защитой человека не только от вредных, но и опасных (травматических) факторов рабочей среды. По запросу работодателя любой товар может быть сертифицирован производителем как средство индивидуальной защиты для обеспечения возможности применения на производстве.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Минтруда России от 28.03.2014 №155н (ред. от 20.12.2018) «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте».
2. «Протруд» [электронный портал для специалистов в области охраны труда] <http://protrud.info/>, 2017. <http://protrud.info/articles/praktika-ot/opasno-dlya-zhizni-raboty-na-vysote.php>
3. Орлов, В.А. Противообледенительная жидкость для наземной обработки самолетов / Свидетельство о государственной регистрации изобретения, рег.№ 2002118864/04 от 27.11.1999 Москва: Роспатент, 1999
4. Распоряжение ОАО «РЖД» от 07.11.2017 № 2263р «Об утверждении Инструкции по охране труда для приемосдатчика груза и багажа ОАО «РЖД».
5. Рублев М.Г., Пирумова И.В., Павлова В.Л. Совершенствование комплексной системы обеспечения безопасности и охраны труда персонала в Западно-Сибирской региональной дирекции железнодорожных вокзалов (ЗСИБ РДЖВ) // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности.- 2020. №1. С. 71-76.

## REFERENCES

1. Prikaz Mintruda Rossii ot 28.03.2014 №155n (red. ot 20.12.2018) «Ob utverzhenii Pravil po okhrane truda pri rabote na vysote» [Order of the Ministry of Labor of Russia dated March 28, 2014 No. 155n (as amended on December 20, 2018) "On approval of the Rules for labor protection when working at height."] [in Russian].
2. «Protrud» [elektronnyy portal dlya spetsialistov v oblasti okhrany truda] <http://protrud.info/>, (2017). <http://protrud.info/articles/praktika-ot/opasno-dlya-zhizni-raboty-na-vysote.php> [in Russian].
3. Orlov, V.S. (1999). Protivoobledenitel'naya zhidkost' dlya nazemnoy obrabotki samoletov [Anti-icing fluid for aircraft ground handling]. Certificate of state registration of invention, reg. No. 2002118864/04 dated November 27, 1999

- Moscow: Rospatent, 1999 [in Russian].
4. Rasporyazheniye OAO «RZHD» ot 07.11.2017 № 2263r «Ob utverzhdenii Instruksii po okhrane truda dlya priyemos-datchika gruzha i bagazha OAO «RZHD» [Order of JSC Russian Railways dated November 7, 2017 No. 2263r "On approval of the Labor Protection Instruction for the Receiver of Cargo and Baggage of JSC Russian Railways." ] [in Russian].
  5. Rublev, M.G., Pirumova, I.V., & Pavlova, V.L. (2020). Sovershenstvovaniye kompleksnoy sistemy obespecheniya bezopasnosti i okhrany truda personala v Zapadno-Sibirskoy regional'noy direksii zheleznodorozhnykh vokzalov (ZSIB RDZH) [Improvement of the integrated system for ensuring the safety and labor protection of personnel in the West Siberian Regional Directorate of Railway Stations (ZSIB RDZhV)]. Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoy promyshlennosti – Herald of Safety in Mining Industry Scientific Center, 1, 71-76 [in Russian].

## ООО "ГОРНЫЙ-ЦОТ"

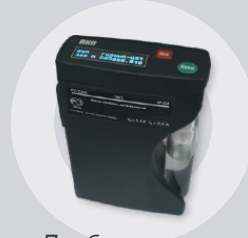
серийно производит приборы контроля параметров безопасности рудничной атмосферы угольных шахт, которые успешно эксплуатируются на предприятиях угольной отрасли. Сегодня благодаря их успешному применению на шахтах компания стала надежным звеном в решении проблем промышленной безопасности как в России, так и за ее пределами.



### ВЫПУСКАЕМЫЕ ПРИБОРЫ



Прибор контроля запыленности воздуха ПКА-01



Прибор контроля пылевзрывобезопасности горных выработок ПКП



Портативные газоанализаторы GaSense (1-,2-,3-,4-газовые)



Измеритель запыленности стационарный ИЗСТ-01



Система контроля параметров дегазационной сети СКП ДС



Стационарный анализатор контроля параметров атмосферы Gasos заперемывного пространства

INDSAFE.RU

а так же оказывает услуги следующих направлений:

- ▶ разработка систем измерения климатических параметров рудничной атмосферы (температуры; влажности; скорости и направления ветра; давления);
- ▶ разработка программного обеспечения для встраиваемых систем;
- ▶ разработка приборов по индивидуальным заказам, в т.ч. по схеме по-патенту;
- ▶ организация проведения ремонта вышеуказанных серийно выпускаемых приборов и их испытаний с целью поверки.

**Горный-ЦОТ является резидентом Кузбасского Технопарка.**

## III. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ III. TECHNOLOGICAL QUESTIONS OF MINING WORK SAFETY



**Ю. А. Машаев // Yu. A. Mashaev**

канд. техн. наук, профессор ФГОУ ВО КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева  
Почетный член Академии горных наук  
candidate of technical sciences, professor  
FGOU VO KuzGTU named after T.F. Gorbachev, Honorary Member of the Academy of Mining Sciences



**В. Ю. Машаев // V. Yu. Mashaev**

канд. техн. наук, доцент Кемеровская государственная сельскохозяйственная академия, кафедра ландшафтной архитектуры  
candidate of technical sciences, associate professor Kemerovo State Agricultural Academy, Department of Landscape Architecture



**А. И. Копытов//**

доктор техн. наук, профессор ФГОУ ВО КузГТУ им. Т. Ф. Горбачева, Руководитель Сибирского отделения Академии горных наук  
doctor of technical sciences, professor of FGOU VO KuzGTU after T.F. Gorbachev, Head of the Siberian Branch of the Academy of Mining Sciences

УДК 622.268.3; 622.281.2

### РАЗВИТИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ КРЕПЕЙ ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК И СООРУЖЕНИЙ

### DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF SUPPORT STRUCTURES FOR UNDER-GROUND MINE WORKINGS AND STRUCTURES

*Добыча полезных ископаемых подземным способом связана с выполнением большого объема подготовительных работ, связанных с проведением целого ряда горных выработок различного назначения, направления, размеров поперечного сечения, протяженности и заглубленности в земных недрах. Очень важным процессом является крепление и поддержание горных выработок в течение всего срока их эксплуатации с учетом свойств горных пород, расположенных на различной глубине, геологической нарушенности, обводненности, действующих напряженных зон и других проявлений. Все эти условия должны учитываться при выборе конструктивных параметров и типа крепи, методов их установки, обеспечивающих их несущую способность на весь срок их службы. В статье изложен многолетний опыт применения различных видов крепей, их конструктивных особенностей с учетом свойств и состояния окружающих горных пород. Отмечены некоторые недостатки применяемых видов крепей, с учетом которых авторами внесены конструктивные изменения и разработаны новые конструкции крепей, повышающие качество закрепления породных обнажений, их устойчивость и экономичность.*

*Extraction of minerals by the underground method is associated with the implementation of a large amount of preparatory work associated with the conduct of a number of mine workings for various purposes, directions, cross-sectional dimensions, length and depth in the earth's interior. A very important process is the supporting and maintenance of mine workings during the entire period of their operation, taking into account the properties of rocks located at different depths, geological disturbance, water content, active stress zones and other manifestations. All these conditions must be taken into account when choosing design parameters and type of support, methods of their installation, ensuring their bearing capacity for their service entire period.*

*The article describes the long-term experience of using various types of supports, their design features, taking into account the properties and state of the surrounding rocks. Some disadvantages of the used types of supports are noted, and with their account the authors have made some structural changes and developed*

*new designs of supports that increase the quality of fixing rock outcrops, their stability and efficiency.*

**Ключевые слова:** ГОРНАЯ КРЕПЬ; ПОРОДНЫЕ ОБНАЖЕНИЯ; РАМНАЯ КРЕПЬ; АНКЕРНАЯ КРЕПЬ; ДЕФОРМАЦИЯ КРЕПИ; НАБРЫЗГБЕТОН.

**Key words:** MINE SUPPORT; ROCK OUTCROPS; FRAME SUPPORT; ANCHOR SUPPORT; SUPPORT DE-FORMATION; SPRAYED CONCRETE.

Добыча полезных ископаемых подземным способом требует проведения комплекса горных выработок, различных по назначению, протяженности и площади поперечного сечения, и поэтому проблема крепления и поддержания горных выработок имеет важное значение.

Развитие горных работ вызвало необходимость увеличения емкости вагонеток и количества подаваемого в шахту воздуха, что приводит к необходимости увеличения площади поперечного сечения горных выработок, а это, в свою очередь, приводит к росту объемов применения и изготовления крепей из более тяжелых профилей. С увеличением глубины разработки месторождений полезных ископаемых изменяется состояние породных массивов, действующих напряженных зон в зависимости от условий залегания горных пород и полезных ископаемых, проявления горного давления и т.п. Все это оказывает существенное влияние на устойчивость породных обнажений и вызывает необходимость применения более мощных и тяжелых крепей.

Увеличение площади поперечного сечения и расчетных нагрузок на крепь привело к увеличению стоимости крепления и трудоемкости работ в 2–2,5 раза.

Анализ современного состояния крепления горных выработок свидетельствует о том, что применяемые в сложных горно-геологических условиях типы крепей зачастую не обеспечивают надежного поддержания горных выработок и требуют дополнительных затрат на ремонт и восстановление. Наряду с этим часть выработок, проводимых в устойчивых породах, необоснованно крепится дорогостоящими материалоемкими крепями, и по-прежнему неоправданно велика доля металлической арочной крепи. Одним из эффективных средств кардинального решения проблемы рационального крепления и поддержания выработок является комбинирование грузонесущих крепей с крепями, позволяющими в той или иной степени использовать несущую способность породного массива путем создания единой системы «крепь-массив». Используя породный массив как несущую конструкцию, можно без ущерба для устойчивого состояния выработки снизить материалоемкость и стоимость применяемых типов крепей.

В угольной промышленности для крепления сооружаемых горных выработок издавна была широко распространена металлическая рамная крепь. С развитием подземной добычи полезных ископаемых увеличения объема разрабатываемых месторождений важное место занимали проблемы совершенствования и разработки более эффективных и новых методов крепления и поддержания подготовительных и капитальных горных выработок.

В горнодобывающей промышленности нашли применение следующие сочетания конструкций:

- анкерная крепь с металлической крепью;
- сборные рамные и сплошные крепи с тампонажем закрепного пространства и породными конструкциями упрочненных толщ породного массива путем цементации, силикатизации, замораживания и др.
- крепи нарастающего сопротивления или многослойные крепи;
- металлобетонные крепи;
- анкерная крепь (железобетонная, сталеполимерная, металлическая) с набрызгбетоном.

В тех случаях, когда по условиям проявления горного давления анкерная крепь не обеспечивает безремонтного поддержания горных выработок, ее применяют в комбинации с рамной крепью в различных вариантах и, в основном, распространение получили два варианта:

- анкеры устанавливаются на элементах рамной крепи и работают совместно;
- анкеры устанавливаются в промежутках между рамными крепями.

Значительный опыт применения конструкций крепи обоих вариантов накоплен как в нашей стране, так и за рубежом. Исследования проявлений горного давления на участках с комбинированной крепью и участках с рамной крепью показали, что при креплении выработок комбинированной крепью нагрузка на крепь и величина смещений пород кровли уменьшается в результате упрочнения пород анкерами, вследствие чего плотность рамной крепи уменьшается в 1,5–2,0 раза. И если в ослабленных горных породах выработка, закрепленная металлической рамной крепью с шагом 0,8 м была значительно деформирована, то закрепленная в комбинации с анкерной крепью, состоящей из трех анкеров,

установленных между рамами, находилась в удовлетворительном состоянии и не требовала ремонта.

В качестве пробного варианта некоторыми исследователями производилась установка анкеров попарно по обе стороны рамы с использованием прижимного приспособления для соединения рам с анкерами.

Однако, такая конструкция была применима либо в сложных горно-геологических условиях, либо в слабых породах из-за большой трудоемкости процесса бурения шпуров под анкера. И в таких условиях иногда применялись конструкции крепей, в которых анкера устанавливались в борта и почву выработки с усилением стоек рамной крепи. Вместе с тем, усиление анкерами элементов рамной крепи ведет к увеличению жесткости крепи и снижению ее конструктивной податливости, а также не всегда обеспечивает необходимое предварительное обжатие массива в зоне влияния анкеров из-за наличия зазоров между рамной крепью и породой. При установке анкеров в межрамном пространстве обе составляющие комбинированной крепи работают в большей степени как индивидуальные крепи.

В комбинации с любым типом сплошных и рамных крепей (с затяжкой) может применяться тампонаж закрепного пространства, скрепляющий отдельные куски и блоки породы на контуре выработки между собой и тем самым повышающий несущую способность массива пород. Известны комбинации рамно-анкерных крепей с тампонажем закрепного пространства, применяемые в сложных условиях. К недостаткам таких конструкций относятся различная жесткость материала крепи и тампонажного слоя, что не позволяет полностью использовать несущую способность каждого из них, а также необходимость предварительной заделки швов и трещин между затяжками.

Одним из эффективных способов повышения несущей способности нарушенного породного массива является нагнетание в него под давлением цементно-песчаных, химических и других растворов с целью образования вокруг горной выработки толщ из упрочненных пород. Ранее нами был разработан способ упрочнения горных пород вокруг горной выработки [3] с помощью твердеющей водной суспензии, нагнетаемой в пробуренные скважины. Упрочняющий раствор, проникая в трещины, скрепляет отдельные куски и блоки породы в единое целое. Образующаяся при этом толща упрочненных пород препятствует развитию деформации

породного массива вокруг горной выработки и значительно улучшает условия работы системы «крепь-массив». Наиболее распространенным вариантом такой комбинированной конструкции является сочетание упрочнения породного массива с металлической арочной податливой крепью.

Развитием идеи комбинированных крепей являются крепи регулируемого сопротивления, использующие способ поэтапного крепления выработок. Способ основан на том, что геомеханические процессы вокруг выработки развиваются в течение длительного времени, и на каждом этапе ее существования конструкция должна соответствовать уровню развития горного давления и возводиться поэтапно путем комбинирования конструкции предыдущего этапа с каким-либо усиливающим элементом.

Нами была разработана комплексная выдвигная предохранительная крепь, состоящая из опорных элементов трапециевидной формы, расположенной на некотором расстоянии друг от друга и закрепляемых на анкерах в кровле горной выработки, а внутри опорных элементов расположена выдвигная консольная балка такой же трапециевидной формы [4, 5, 6]. На выдвигной консоли в призабойном пространстве расположены верхняки рамной крепи с защитным сетчатым перекрытием. По мере продвижения горной выработки выдвигная консольная балка, длина которой составляет 10–12 м, выдвигается в новое призабойное пространство, а освобождающиеся трапециевидные опорные элементы переносятся на новое место, и за выдвигной крепью устанавливается постоянная рамная анкерная или комбинированная крепь в зависимости от состояния породных обнажений, горного давления, назначения выработки и других факторов. Внедрение крепи было осуществлено на шахте «Распадская» и показало хорошие результаты.

Анкерные крепи в самостоятельном применении или в комплекте с другими видами крепей находят достаточно широкое применение, и их отличительной особенностью является экономичность и высокая степень механизации процессов крепления. Их установка в горных породах производится сразу же за проходкой горных выработок, они вступают в работу практически сразу же после установки, уменьшая и предотвращая расслоения и смещения приконтурных слоев горных пород, обладают некоторой податливостью и сейсмоустойчивостью.

По конструктивному исполнению и способу закрепления в породном массиве все анкер-

ные крепи, согласно межгосударственному стандарту [7] подразделены на следующие виды по:

- разновидности закрепления анкеров – замковые и беззамковые;
- полноте соприкосновения со стенками скважины – на отдельном участке, по всей длине скважины;
- материалу стержней анкеров – металл, полимеры, стекловолокно;
- форме стержней анкеров – круглая, прямоугольная, квадратная, комбинированная, витая из прядей, трос, пакет прутков;
- конструктивному исполнению стержней – цельные, составные;
- характеру податливости анкеров – жесткие, податливые;
- виду закрепления анкеров быстротвердеющими составами – на полимерной (химической) основе, цементной основе;
- способу закрепления анкеров быстротвердеющими составами – нагнетание раствора в скважину и с помощью ампул (патронов).

В настоящее время существует большое количество различных конструкций анкерных крепей, и при их применении в различных горно-геологических условиях обнаруживаются недостатки. Широкое применение находят клино-распорные анкеры, но при использовании их в породах с повышенной влажностью прочность закрепления анкеров значительно снижается. Для исключения таких недостатков и обеспечения качественного закрепления анкеров в любых условиях нами были внесены конструктивные изменения [8].

Одним из разработанных вариантов анкерной крепи, отличающихся от стержневых анкеров, является трубчатый анкер, состоящий из внутренней распорной трубы и внешней трубы с продольной щелью и винтовой нарезкой на наружной поверхности, обеспечивающей прочное закрепление анкера в шпуре (скважине) по всей его боковой поверхности в любых условиях [9].

При сооружении горных выработок в горных породах повышенной крепости применялись трубчатые анкеры, внутри которых была заполнена вода и протянут детонирующий шнур с электрозапалом, и содержимое труб герметично закрывалось. После взрыва детонирующего шнура вода передавала давление ударной волны по всей внутренней поверхности трубчатого анкера и за счет его расширения происходило закрепление анкера в шпуре (скважине). К недостаткам такой анкерной крепи относилось то, что в обводненных условиях, особенно в присутствии глинистых породных частиц, коэффициент

трения металла о породу в некоторых случаях значительно снижается, и это приводит к недоброкачественному закреплению анкеров в шпурах (скважинах). Кроме того, для закрепления трубчатого анкера до момента взрыва детонирующего шнура в устье шнура забивался деревянный клин, который в момент взрыва от сотрясения мог выпадать, и это снижало качество анкерного крепления.

Для исключения указанных недостатков нами была предложена конструкция трубчатого анкера, на внешней поверхности которого имелись зубчатые выступы, врезающиеся в стенки шпура при взрыве детонирующего шнура за счет действия ударной волны, что обеспечивало надежное закрепление анкера в шпуре в любых условиях [10], а для закрепления анкера в устье шпура – устройство для предварительного закрепления в шпуре гидровзрывного трубчатого анкера [11].

Одним из важных факторов, влияющих на качество крепления горных выработок анкерной крепью, особенно при сооружении горных выработок с применением взрывных работ, является состояние горных пород в приконтурной зоне. Основным же назначением оконтуривающих шпуров является обеспечение создания проектного контура горной выработки, а для этого необходимо бурить шпуры под наклоном, чтобы донные части шпуров выступали за контур горной выработки на 20–30 см (а иногда и более в зависимости от крепости горных пород), поскольку коэффициент использования оконтуривающих шпуров (К.И.Ш.) никогда не достигает 1. В этих 20–30 см придонных частей оконтуривающих шпуров расположено по 200–300 г ВВ, и их взрыв действует не на отбойку горной породы, а на образование системы трещин.

Исследованиями было установлено, что глубина зон трещиноватости в законтурном массиве в среднем, составляет: в породах с  $f = 4-6$  от 0,32 м до 0,8 м; в породах с  $f = 6-8$  от 0,2 до 0,43 м; в породах с  $f = 8-12$  от 0,12 до 0,23 м [12]. На глубину зон трещиноватости влияет тип применяемых ВВ, расстояние между оконтуривающими шпурами, время замедления взрываемых зарядов ВВ, состояние породного массива и целый ряд других факторов. Все это влияет на качество установки анкерной крепи и на ее состояние при последующих взрывах комплекта шпуровых зарядов ВВ. Для обеспечения устойчивого состояния трубчатых фрикционных анкеров нами было разработано устройство для усиления несущей способности торцевых частей трубчатых фрикционных анкеров [13].

Для предотвращения «осадки» нарушенных трещинами породных зон и обеспечения их устойчивости нами был разработан принципиально новый конструктивный тип анкера, в конструкции которого имеется пружина, растягиваемая при его установке, а после установки производящая постоянное сжатие нарушенных трещинами участков породы, предотвращая их обрушения [14].

В последние годы в горнодобывающей промышленности широкое применение находит набрызгбетонная крепь. К преимуществам набрызгбетонной крепи относятся: высокая прочность, хорошее сцепление с горными породами, незначительный объем выработки занимаемой крепью.

В отечественной и зарубежной практике известны следующие сочетания набрызгбетона с другими видами крепи:

- набрызгбетонные крепи в сочетании с металлической анкерной и железобетонной анкерной крепью;
- набрызгбетонная крепь в сочетании с анкерной крепью и металлической сеткой;
- набрызгбетонная крепь, армированная металлической сеткой, стекловолокном и другими материалами;
- набрызгбетонная крепь в сочетании с металлической арочной или кольцевой крепью;
- набрызгбетонная крепь в сочетании с упрочнением горных пород твердеющими растворами.

Наиболее широкое распространение получила комбинированная крепь из анкеров и набрызгбетона, которая сочетает основные достоинства составляющих ее крепей: высокую механическую прочность анкеров, скрепляющих нарушенный трещиноватый слой пород, и набрызгбетона, выполняющего функции изолирующего, упрочняющего, либо грузонесущего покрытия. Параметры комбинированной крепи можно изменить в широких пределах за счет длины и плотности установки анкеров, толщины слоя набрызгбетона, длительности промежутка времени между установкой анкеров и производством набрызга. Такие конструкции крепи обладают высокой грузонесущей способностью и успешно работают в сложных горно-геологических усло-

виях, в выработках различного назначения.

Исследования российских и зарубежных авторов показали, что набрызгбетонная крепь в сочетании с сеткой, анкерами, металлическими рамами может применяться в широком диапазоне горно-геологических и технологических условий: на глубинах до 1300 и более метров; в породах с пределом прочности на сжатие 15–170 МПа; в выработках с площадью поперечного сечения 5,2–117 м<sup>2</sup>; различного срока службы и назначения. Вместе с тем, несмотря на достоинства этого вида крепи, имеются и существенные недостатки. Набрызгбетон наносится на поверхность горной выработки струей под определенным давлением и на определенном расстоянии от закрепляемой поверхности горной породы, а при ударе о горную породу часть смеси отскакивает и разбрасывается по горной выработке. Количество отскакиваемого набрызгбетона, в зависимости от состава смеси, иногда достигает 20–25 процентов, и все это попадает на оборудование, находящееся в горной выработке, которое затем необходимо очищать.

Для исключения таких недостатков нами было разработано устройство для улавливания таких отскоков и использования их для формирования фундаментов крепи, оборудования водоотводных канавок и других целей [15].

При сооружении горных выработок увеличенного поперечного сечения с большим сроком службы, выработок специального назначения, тоннелей и др. применяется бетонная крепь, и для этого сооружают бетонные фундаменты, что приводит к дополнительным трудозатратам. С целью снижения таких трудозатрат нами были предложены бесфундаментные монолитные бетонные крепи, позволяющие значительно снизить такие трудозатраты без снижения качества возводимых бетонных крепей [16, 17, 18].

В заключение следует отметить, что развитие добычи полезных ископаемых в различных горнотехнических условиях требует неуклонного совершенствования средств и способов крепления породных обнажений, позволяющих повысить производительность труда, экономичность и обеспечить безопасные условия труда трудящихся.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Song Weijie, Masaev Yu. A., Pershin V. V., Masaev V. Y., Weiwho Qiao. Economic and technological criteria of choosing the support for construction of mine working. / Mining 2014/ Taishan Academic Forum – Project on Mine Disaster Prevention and Control. Oct.17-20, 2014, Qindao, Chine/
2. Масаев, Ю. А. Новые разработки в области крепления и повышения устойчивости породных обнажений в горных выработках. / Ю. А. Масаев, В. Ю. Масаев, Л. Д. Филина. – Кемерово, Научно-технический журнал. Вестник КузГТУ, №4, 2017. – С.58–66.

3. Патент № 2018675, Россия, E21D 1/16. Способ упрочнения горных пород вокруг горной выработки / А. В. Угляница, А. И. Петров, В. М. Удовиченко, Ю. А. Масаев, Н. А. Серякова. Оpubл. 30.08.94. Бюл. № 16.
4. Патент № 76073, Россия, МПК E21D 19/04 (2006.01). Временная предохранительная крепь при возведении постоянной анкерной крепи / С. Н. Баканяев, Е. В. Паршикова, Ю. А. Масаев, М. Д. Войтов, А. И. Мака-ренко. Оpubл. 10.09.2008. Бюл. № 25.
5. Патент № 102679, Россия, МПК E21D 19/00 (2006.01). Временная предохранительная крепь / В. В. Першин, Ю. А. Масаев, М. Д. Войтов, В. Ю. Масаев, Е. В. Паршикова. Оpubл. 10.03.2011. Бюл. № 7.
6. Патент № 107282, Россия, МПК E21D 19/00 (2006.01). Опорный элемент для выдвигной крепи / Ю. А. Масаев, В. Ю. Масаев, Е. В. Паршикова. Оpubл. 10.08.2011. Бюл. № 22.
7. Крепи анкерные. Общие технические условия, Межгосударственный стандарт, ГОСТ 31559 –2012: – Москва, Стандартинформ, 2013. – 16 с.
8. Патент № 150970, Россия, МПК E21D 21/00 (2006.01). Клинораспорный анкер / Ю. А. Масаев, А. П. Политов, В. Ю. Масаев. Оpubл. 10.03.2015. Бюл. № 7.
9. Патент № 150861, Россия, МПК E21D 21/00 (2006.01). Трубчатый анкер / Ю. А. Масаев, А. П. Политов, В. Ю. Масаев. Оpubл. 27.02.2015. Бюл. № 6.
10. Патент № 122697, Россия, МПК E21D 21/00 (2006.01). Гидровзрывной трубчатый анкер / Ю. А. Масаев, В. В. Першин, В. Ю. Масаев, Е. В. Курехин. Оpubл. 10.12.2012. Бюл. № 34.
11. Патент № 128243, Россия, МПК E21D 20/00 (2006.01). Устройство для предварительного закрепления в шпуре гидровзрывного трубчатого анкера / Ю. А. Масаев, В. Ю. Масаев. Оpubл. 20.05.2013. Бюл. № 14.
12. Масаев, Ю. А. Исследование условий формирования зон трещинообразования в породном массиве при сооружении горных выработок с применением взрывных работ / Ю. А. Масаев, В. Ю. Масаев // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности, 2020, № 1. – С. 17–21.
13. Патент № 172425, Россия, МПК E21D 21/00 (2006.01). Устройство для усиления несущей способности торцевых частей трубчатых фрикцион-ных анкеров / Ю. А. Масаев, А. И. Копытов, В. Ю. Масаев. Оpubл. 07.07.2017. Бюл. № 19.
14. Патент № 138709, Россия, МПК E21D 21/00 (2006.01). Распорно-прижимной анкер / Ю. А. Масаев, В. Ю. Масаев, С. А. Соколов. Оpubл. 20.03.2014. Бюл. № 8.
15. Авторское свидетельство № 1770574, E21D 11/00. Способ возведения набрызгбетонной крепи / Ю. А. Масаев, А. В. Угляница, А. И. Петров, А. Ф. Агафонов. Оpubл. 23.10.92. Бюл. № 32.
16. Патент № 136087, Россия, МПК E21D 11/10, E21D 5/04 (2006.01). Монолитная бетонная крепь для горных выработок / Ю. А. Масаев, В. Ю. Масаев. Оpubл. 27.12.2013. Бюл. № 36.
17. Патент № 144480, Россия, МПК E21D 11/10 (2006.01). Опалубка для возведения бетонной крепи тоннелей / Ю. А. Масаев, В. Ю. Масаев. Оpubл. 20.08.2014. Бюл. № 23.
18. Патент № 143550, Россия, МПК E21D 11/10 (2006.01). Торцевой герметизатор опалубки для бетонирования и обделки выработок / Ю. А. Масаев, В. А. Карасев, В. Ю. Масаев, И. К. Костинцев. Оpubл. 27.07.2014. Бюл. № 21.

## REFERENCES

1. Song Weijie, Masaev, Yu. A., Per-shin, V. V., Masaev, V. Y., & Wei-quo Qiao (2014). Economic and technological criteria of choosing the support for construction of mine working. / Mining 2014/ Taishan Academic Forum – Project on Mine Disaster Prevention and Control. Oct.17-20, 2014, Qindao, China [in English].
2. Masaev, Yu. A., Masaev, V.Yu., & Filina, L.D. (2017). Novyye raz-rabotki v oblasti ukrepleniya i pov-ysheniya ustoychivosti porodnykh obnazheniy v gornyykh vyrabotkakh [New developments in the field of strengthening and increasing the stability of rock outcrops in mine workings]. Vestnik KuzGTU – KuzGTU Herald, 4 [in Russian].
3. Uglianitsa, A.V., Petrov, A.I., Udo-vichenko, V.M., Masaev, Yu.A., & Seriakova, N.A. Sposob up-rochneniya gornyykh porod vokrug gornoй vyrabotki [Method for hard-ening rocks around a mine opening]. Patent RUS No. 2018675. 30.08.1994. Byul. No. 16 [in Russian].
4. Bakaniaev, S.N., Parshikova, Ye.V., Masaev, Yu.A., Voitov, M.D., & Makarenko, A.I. Vremennaya pre-dokhranitel'naya krep' pri vozvedenii postoyannoy ankerной krepі [Temporary guarding support during the construction of permanent roof bolt-ing]. Patent RUS No. 76073. 10.09.2008. Byul. No. 25 [in Russian].
5. Pershin, V.V., Masaev, Yu.A., Voi-tov, M.D., Masaev, V.Yu., & Parshikova, Ye.V. Vremennaya pre-dokhranitel'naya krep' [Temporal guarding support]. Patent RUS No. 102679. 10.03.2011. Byul. No. 7 [in Russian].
6. Masaev, Yu.A., Masaev, V.Yu., & Parshikova, Ye.V. Oporny element dlia vydvizhnoй krepі [Supporting element for retractable support]. Patent RUS No. 107282. 10.08.2011. Byul. No. 22 [in Russian].
7. Крепи анкерные. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya, Mezhgosu-darstvennyy standart [Anchor supports. General technical conditions, Interstate standard]. (2012). GOST 32559. Moscow: Standartinform [in Russian].
8. Masaev, Yu.A., Politov, A.P., & Masaev, V.Yu. Klinoraspornyy an-ker [Wedge-shaped anchor]. Patent RUS No. 150970. 10.03.2015. Byul. No. 7 [in Russian].
9. Masaev, Yu.A., Politov, A.P., & Masaev, V.Yu. Trubchaty anker [Pipe-shaped anchor]. Patent RUS No. 150861. 27.02.2015. Byul. No. 6 [in Russian].
10. Masaev, Yu.A., Pershin, V.V., Ma-saev, V.Yu., & Kurekhin, Ye.V. Gidrovzryvnoy trubchatyy anker [Hydraulic blast tube anchor]. Patent RUS No. 122697. 10.12.2012. Byul. 34 [in Russian].
11. Masaev, Yu.A., & Masaev, V.Yu. Ustroystvo dlya predvaritel'nogo zakrepleniya v shpure gidro-vzryvnoy trubchato-go ankera [Device for preliminary fastening of a hydro-explosive tubular anchor in the borehole]. Patent RUS No. 128243. 20.05.2013. Byul. No. 14 [in Russian].
12. Masaev, Yu.A., & Masaev, V.Yu. (2020). Issledovaniye usloviy formirovaniya zon treshchinoobrazovaniya v porodnom massive pri sooruzhenii gornyykh vyrabotok s prime-neniyem vzryvnykh rabot [Study of the conditions for the formation of cracking zones in the rock mass during the construction of mine workings using blasting operations]. Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoy promyshlennosti – Herald of Safety in Mining Industry Scientific Center, 1, 17-21 [in Russian].
13. Masaev, Yu.A., Kopytov, A.I., & Masaev, V.Yu. Ustroystvo dlya usileniya nesushchey sposobnosti tortsevykh chastey



- trubchatykh frik-tsiionnykh ankerov [Device for en-hancing the bearing capacity of the end parts of tubular friction anchors]. Patent RUS No. 172425. 07.07.2017. Byul. No. 19 [in Rus-sian].
14. Masaev, Yu.A., Masaev, V.Yu., & Sokolov, S.A. Rasporno-prizhimnoy anker [Expansion and pressure an-chor]. Patent RUS No. 138709. 20.03.2014. Byul. No. 8 [in Rus-sian].
  15. Masaev, Yu.A., Uglianitsa, A.V., & Petrov, A.I. Copyright certificate No. 1770574. Sposob vozvedeniya nabryzgbetonnoy krep'i [Method of sprayed concrete lining erection]. 23.10.1992. Byul. No. 32 [in Rus-sian].
  16. Masaev, Yu.A., & Masaev, V.Yu. Monolitnaya betonnyaya krep' dlya gornyykh vyrabotok [Monolithic con-crete support for mine workings]. Pa-tent RUS No. 136087. 27.12.2013. Byul. No. 36 [in Russian].
  17. Masaev, Yu.A., & Masaev, V.Yu. Opalubka dlya vozvedeniya betonnoy krep'i tonneley [Formwork for tun-nels' con-crete lining]. Patent RUS No. 144480. 20.08.2014. Byul. No. 23 [in Russian].
  18. Masaev, Yu.A., Karasev, V.A., Ma-saev, V.Yu., & Kostinets, I.K. Tortsevoy germetizator opalubki dlya betonirovaniya i obdelki vyrabotok [End curb sealing for concreting and lining of workings]. Patent RUS No. 143550. 27.07.2014. Byul. No. 21 [in Russian].



СНИЖЕНИЕ РАСХОДА  
ВОДЫ ДО 12 РАЗ  
СНИЖЕНИЕ  
ЗАПЫЛЕННОСТИ НА 80 %  
АВТОМАТИЗИРОВАНА



650002, Кемеровская область, г. Кемерово, Сосновый бульвар,  
1, Кузбасский технопарк. [indsafe.ru](http://indsafe.ru) +7-903-943-0759  
[dtrubitsyna@gmail.com](mailto:dtrubitsyna@gmail.com)



ВостЭКО и  
Горный-ЦОТ



ЦОТ  
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
ПРОМЫШЛЕННОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ

**А.С. Голик // A.S.Golik**

доктор техн. наук, профессор, академик АГН, МАНЭБ, президент Регионального Сибирского отделения МАНЭБ  
 doctor of technical sciences, professor, academician of AGN, MANEB, President Of the regional Siberian branch of MANEB

**В.Б. Попов // V.B.Popov**

доктор техн. наук, профессор, академик АГН, МАНЭБ, президент Регионального Сибирского отделения МАНЭБ  
 doctor of technical sciences, professor, academician of AGN, MANEB, President Of the regional Siberian branch of MANEB

**А.С. Ярош // A.S.Yaroch  
rosniigdbuh@mail.ru**

канд. техн. наук, академик МАНЭБ, генеральный директор ООО "НИИ Горного Дела", 650002, Россия, г. Кемерово, Сосновый бульвар,  
 1 candidate of technical sciences, academician of MANEB, general director of LLC "Research Institute of Mining", 650002, Russia, Kemerovo, Sosnovy Boulevard, 1

**О.А. Сергеев // O.A. Sergeev**

технический директор АО «НИИГД». 650002, Кемерово, проспект Шахтеров, 14  
 Technical Director of JSC "NIIGD". 650002, Russia, Kemerovo, Prospect Shahterov, 14

УДК 346:622.33

## О ПРАВОВОЙ ЗАЩИТЕ РУКОВОДИТЕЛЕЙ ВЕДЕНИЯ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙ В ШАХТАХ

### ON LEGAL PROTECTION OF RESCUE WORK ORGANIZERS DURING MINE ACCIDENTS' ELIMINATION

*Угольные шахты относятся к опасным производственным объектам, на которых случаются крупные аварии с человеческими жертвами. При ликвидации последствий произошедших аварий выполняется комплекс работ по поиску и спасению застигнутых аварией людей, локализации очагов поражения и обеспечению возможности возврата штатной ситуации в производственном процессе. Все эти работы проводятся в опасных условиях, в аварийной обстановке, с постоянным риском для здоровья и жизни людей специально созданными горноспасательными формированиями (ВГСЧ). Полную персональную ответственность за конечный исход проводимых аварийно-спасательных работ несут руководители этих формирований – командиры отрядов. Положения действующих Правил безопасности в угольных шахтах распространяются только для условий нормального режима функционирования шахты, для аварийных ситуаций законодательных и соответствующих нормативных документов нет. Руководитель горноспасательных работ в первоначальный момент после случившейся аварии, не владея никакой информацией о сложившейся обстановке, в соответствии с требованиями «Устава» посылает отделения горноспасателей в шахту на поисково-спасательные работы и по сути дела совершает уголовное преступление, предусмотренное статьей 217 уголовного кодекса РФ, т.е. не обеспечив безопасность, направляет людей на выполнение выдаваемых им заданий. Поэтому считаем необходимым на законодательном уровне разработать нормативные требования по охране труда при выполнении горноспасательных работ, утвердить понятие «оправданного риска», а статус горноспасателя приравнять к статусу военнослужащего, а также разработать регламентирующие положения по действию руководителя горноспасательных работ.*

*Coal mines are hazardous industrial facilities where major accidents with human casualties occur. When eliminating the consequences of accidents, a set of work is carried out to search for and save people caught in the accident, to localize the accident place and to ensure the possibility of normal situation re-turn in the production process. All these works are carried out in dangerous conditions, in emergency situations, with constant risk to health and life of people by specially created mine rescue units (VGSCCh). The full personal responsibility for the final result of the emergency rescue operations rests with the leaders of these formations - unit commanders. The provisions of the current Safety Rules in coal mines apply only to the conditions of normal operation of the mine, for emergency situations there are no legislative and relevant regulatory documents. The rescue organizer at the initial moment after the accident, not owning any information about the current situation, in accordance with the requirements of the Charter, sends rescue teams to the mine for*

*search and rescue operations and, in fact, commits a criminal offense, provided for in Article 217 of the Criminal Code of the Russian Federation, i.e. without ensuring safety, directs people to fulfill the tasks assigned to them. Therefore, we consider it necessary at the legislative level to develop regulatory requirements for labor protection during mining rescue operations, to approve the concept of "justified risk", and to equate the status of a mine rescuer with the status of a serviceman, as well as to develop regulatory provisions for the action of a mine rescue organizer.*

**Ключевые слова:** АВАРИЯ НА УГОЛЬНОЙ ШАХТЕ. ВЕДЕНИЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ. СТАТУС ГОРНОСПАСАТЕЛЯ. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ. ОПРАВДАННЫЙ РИСК. НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ К ПОМОЩАМ РУКОВОДИТЕЛЯ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ.

**Key words:** COAL MINE ACCIDENT. CONDUCTING EMERGENCY RESCUE OPERATIONS. MINE RESCUER STATUS, SAFETY RULES, JUSTIFIED RISK, NORMS AND REQUIREMENTS FOR AUTHORITIES OF MINE RESCUE WORK ORGANIZER.

Угольные шахты относятся к опасным производственным объектам, на которых случаются крупные аварии с человеческими жертвами. Так, на шахте «Центральная» (г. Копейск, Челябинская область) 07.10.1993 г. в результате возгорания угольной пыли на конвейерной ленте и последовавших затем взрывов метана погибло 25 человек, из них 3 работника шахты и 25 горноспасателей. От последовавшего в ходе ликвидации последствий аварии взрыва 19.11.1993 г. погибли еще трое горноспасателей.

В Кузбассе на шахте «Есаульская» (г. Новокузнецк) 09.02.2005 г. от воздействия взрыва метановоздушной смеси были смертельно травмированы 25 человек, из них 8 горняков и 17 горноспасателей. Тела трех погибших горноспасателей так и не были найдены.

На шахте «Распадская» (г. Междуреченск, Кемеровская область) 10.05.2010 г. в результате взрыва метановоздушной смеси и угольной пыли погиб 91 человек, из них 20 горноспасателей.

На шахте «Северная» (г. Воркута) также от взрыва метановоздушной смеси и угольной пыли, а затем в процессе выполнения работ по ликвидации аварии на шахте «Северная» (г. Воркута) погибли 10 человек, из них 5 горноспасателей, 26 горняков не были найдены.

Во всех этих случаях руководители горноспасательных работ были привлечены к уголовной ответственности. Между тем они в своих действиях руководствовались «Уставом военизированной горноспасательной части (ВГСЧ) по организации и ведению горноспасательных работ на предприятиях угольной и сланцевой промышленности» (далее Устав). Однако этот документ, являясь нормативом для ВГСЧ, не проходил соответствующую экспертизу и не зарегистрирован Минюстом Российской Федерации, следовательно, юридической силы не имеет.

Деятельность ВГСЧ МЧС РФ основывается на приоритетности оказания гарантированной

помощи шахтерам при аварии. Горноспасатели являются единственной структурой в системе безопасности угольной промышленности, работники которой специально подготовлены и технически оснащены для проведения аварийно-спасательных работ в угольных шахтах, в том числе и опасных по газу и пыли.

Руководитель горноспасательных работ в первоначальный момент после случившейся аварии, не владея никакой информацией о сложившейся обстановке, в соответствии с требованиями «Устава» посылает отделения горноспасателей в шахту на поисково-спасательные работы и по сути дела совершает уголовное преступление, предусмотренное статьей 217 уголовного кодекса РФ, т.е. не обеспечив безопасность, направляет людей на выполнение выдаваемых им заданий.

Направляя отделения горноспасателей к месту аварии на поиск и спасение пострадавших, он фактически не имеет полной уверенности о виде и месте аварии и не обладает никакой информацией о сложившейся в шахте обстановке. Более или менее достоверные сведения, необходимые для ведения поисково-спасательной операции и прогноза дальнейшего развития событий (в первую очередь в части прогнозирования взрывов пылегазовоздушной среды), он получает только после проведения разведки горных выработок. Из этого следует, что при возникновении аварии разведка горных выработок проводится с недопустимым риском для здоровья и жизни горноспасателей, чем грубо нарушаются требования единственного действующего в угольной промышленности подзаконного акта «Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах» (далее ПБ).

Однако следует отметить, что ПБ применимы только в штатном режиме производственной деятельности шахт, но из-за отсутствия соответствующего законодательного документа для аварийной ситуации, как правило, распро-

страняют действия ПБ как на нормальные, так и на аварийные условия.

Горные выработки вследствие произошедшей аварии приходят в аварийное состояние, нарушается вентиляция, формируется непригодная для дыхания атмосфера, выходят из строя имевшиеся системы пылевзрывозащиты, образуются взрывоопасные концентрации газовой смеси и т.д. В этой обстановке неминуемо возрастает риск травмирования и гибели идущих в шахту бойцов ВГСЧ.

Назрела острая необходимость разработки на законодательном уровне нормативных требований по охране труда при выполнении горно-спасательных работ утвердить понятие «оправданного риска», а статус горноспасателя приравнять к статусу военнослужащего. Также требуется разработать регламентирующие положения по действию руководителя горноспасательных работ.

Применяемые в настоящее время системы вентиляции, аэрогазового контроля, пылегазовой взрывозащиты рассчитаны на эксплуатацию в нормальном режиме работы, т.е. в доаварийный период. По своим техническим характеристикам эти системы конструктивно не защищены от поражающих факторов подземной аварии и не обеспечивают полной и достоверной информации о состоянии и обстановке в горных выработках после произошедшей аварии.

Достоверную информацию о реальной обстановке на аварийном участке возможно получить только в результате разведки горных выработок.

Выполняя требования п. 23, п. 25 Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правил безопасности в угольных шахтах» п. 32, п. 77 «Инструкции по составлению планов ликвидации аварий на угольных шахтах» пп. 1-17 Приложения № 27 к этой «Инструкции», руководитель горноспасательных работ обязан немедленно направить горноспасателей в аварийные горные выработки шахты для эвакуации подземных трудящихся в безопасное место. При этом руководитель горноспасательных работ неизбежно совершает уголовное преступление, предусмотренное ст. 217 УК РФ, а именно нарушает правила безопасности на взрывоопасном объекте, могущее повлечь смерть человека (направленного в аварийные выработки горноспасателя).

Неизбежность данного нарушения обусловлена тем, что Правила безопасности регламентируют требования к безопасной эксплуатации опасного производственного объекта

исключительно в период до возникновения аварии.

Пункт 3 ПБ гласит: «Настоящие правила устанавливают требования, соблюдение которых обеспечивает промышленную безопасность и безопасность при ведении горных работ и направлены на предупреждение аварий и инцидентов в угледобывающих организациях и на обеспечение готовности угледобывающих организаций к локализации и ликвидации аварий».

После возникновения аварии горные выработки приходят в аварийное состояние. Кроме того, формируется непригодная для дыхания атмосфера, повышается температура, вследствие чего выходят из строя существующие системы пылевзрывозащиты, образуются взрывоопасные концентрации рудничных газов, нарушаются вентиляционные режимы в шахтной сети и др.

Государственные нормативные требования по охране труда при выполнении горноспасательных работ в настоящее время отсутствуют. Поэтому оценка действий руководителя ликвидации аварии и руководителя горноспасательных работ осуществляется относительно требований «Правил безопасности в угольных шахтах», что, по нашему мнению, нелегитимно.

В настоящее время руководитель горноспасательных работ в период ликвидации аварии вынужден действовать в условиях правовой неопределенности.

Полностью исключить риск травмирования и гибели горноспасателей при ликвидации аварий в угольных шахтах опасных по газу и пыли практически невозможно. Допустимость риска для жизни и здоровья горноспасателей при спасении пострадавших шахтеров является неотъемлемым элементом эффективной и гарантированной помощи при аварии. Этот подход, традиционная самоотверженность и героизм горноспасателей позволили сохранить многие тысячи жизней шахтеров. В то же время конкретные критерии допустимого риска при ведении аварийно-спасательных работ в настоящее время отсутствуют.

Статья 11 Федерального закона «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» предусматривает: «В связи с особым характером деятельности приоритетных аварийно-спасательных служб, профессиональных аварийно-спасательных формирований руководство ими предполагает неукоснительное выполнение всеми работниками профессиональных аварийно-спасательных служб, профессиональных аварийно-спасательных формирований приказов и распоряжений, отдаваемых руково-

дителями указанных служб и формирований».

Таким образом, признавая особый характер деятельности профессионально-спасательных служб (сюда относится и горноспасательная служба), законодательство возлагает обязанность «согласования степени допустимого риска и обеспечения безопасности» на руководителя горноспасательной службы, при этом не определяя на законодательном уровне ни обязанность горноспасателей выполнять аварийно-спасательные работы, в том числе с риском для жизни, ни критерии оценки принимаемых руководителем аварийно-спасательных работ решений.

В настоящее время руководители горноспасательных работ в первоначальный момент аварии обязаны направлять горноспасателей в аварийную зону, неизбежно подвергая угрозе их жизни и здоровье, а сами оставаясь не защищенными от возможности уголовного преследования. Такое положение является системным и может поставить под сомнение саму возможность оказания гарантированной помощи шахтерам при возникновении аварии в шахте.

Для того чтобы гарантировать эффективную помощь шахтерам в первоначальный момент ликвидации аварии и не допустить уголовного преследования руководителей горноспасательных работ, а также устранить противоречия в действующей системе законодательного регулирования полномочий и ответственности руководителя горноспасательных работ, предла-

гаем следующее.

1. Разработать и законодательно утвердить государственные нормативные требования по охране труда при выполнении горноспасательных работ.

2. Законодательно закрепить понятие «оправданного риска» для горноспасателей при выполнении аварийно-спасательных работ в шахте.

3. Внести изменения в Федеральный закон «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» № 151-ФЗ от 22.08.1995, приравнять статус горноспасателя к статусу военнослужащих, действующих в условиях чрезвычайных ситуаций.

4. Разработать федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности, порядок выполнения горноспасательных работ, устанавливающие специальные меры безопасности от взрывов, пожаров и других аварий и сопутствующих им тяжелых последствий на подземных опасных производственных объектах (шахтах).

5. Разработать и нормативно закрепить критерии оценки обоснованности действий руководителя горноспасательных работ, которые позволяли бы определить степень оправданности риска как при вынужденном отказе от проведения спасательной операции, так и в случае травматизма и гибели горноспасателей при выполнении горноспасательных работ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральные нормы и правила в области промышленности безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах». Выпуск 40. М. ЗАО НТЦ ПБ, 2014 г.
2. Устав ВГСЧ по организации и ведению горноспасательных работ. Приказ МЧС РФ № 251 от 09.06.2017 г.
3. Уголовный кодекс Российской Федерации.
4. Федеральный закон «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» № 151-ФЗ от 22.08.1995 г.

#### REFERENCES

1. Federal'nyye normy i pravila v oblasti promyshlennosti be-zопасности «Pravila bezопасности v ugol'nykh shakh-takh». Vypusk 40. 2014 g. [Federal norms and rules in the field of safety industry "Safety rules in coal mines." Issue 40] Moscow: ZAO NTTS PB [in Russian].
2. Ustav VGSCCH po organi-zatsii i vedeniyu gornospa-satel'nykh rabot. Prikaz MCHS RF № 251 ot 09.06.2017 g. [Char-ter of the Higher Education and Training Commission for the organization and conduct of mine rescue operations. Order of the Ministry of Emergen-cies of the Russian Federation No. 251 of June 9, 2017] [in Russian].
3. Ugolovnyy kodeks Rossiyskoy Federatsii [The Criminal Code of the Russian Federation]. [in Russian].
4. Federal'nyy zakon «Ob avari-yno-spasatel'nykh sluzhbakh i statuse spasateley» № 151-FZ ot 22.08.1995 g. [Federal Law "On Emergency Rescue Services and the Status of Rescuers" No. 151-FZ of 08/22/1995]. [in Russian].



■ **А.С. Ярош // A.S.Yaroch**  
rosniigdbuh@mail.ru

канд. техн. наук, академик МАНЭБ, генеральный директор ООО "НИИ Горного Дела", 650002, Россия, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 1 candidate of technical sciences, academician of MANEB, general director of LLC "Research Institute of Mining", 650002, Russia, Kemerovo, Sosnovy Boulevard, 1



■ **О. В. Аверин // O.V. Averin**

судебный эксперт, ООО "НИИ Горного Дела", 650002, Россия, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 1  
orensic expert LLC "Research Institute of Mining", 650002, Russia, Kemerovo, Sosnovy Boulevard, 1



■ **А.С. Голик // A.S.Golik**

доктор техн. наук, профессор, академик АГН, МАНЭБ, президент Регионального Сибирского отделения МАНЭБ  
doctor of technical sciences, professor, academician of AGN, MANEB, President Of the regional Siberian branch of MANEB



■ **В.Б. Попов // V.B.Popov**

доктор техн. наук, профессор, академик АГН, МАНЭБ, президент Регионального Сибирского отделения МАНЭБ  
doctor of technical sciences, professor, academician of AGN, MANEB, President Of the regional Siberian branch of MANEB

УДК 346:622.33

## О НЕОБХОДИМОСТИ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ В ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАССЛЕДОВАНИЯ ПРИЧИН АВАРИЙ, ПРОИЗОШЕДШИХ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

### ON THE NEED TO AMEND THE PROCEDURE FOR INVESTIGATING THE CAUSES OF ACCIDENTS THAT OCCURRED AT HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES

*В статье рассматривается специфика расследования уголовных дел, связанных с установлением причин аварий техногенного характера, а так же факторы влияющие на длительность расследования. Обобщен опыт авторов в области экспертного участия в расследовании уголовных дел по фактам крупных аварий на угольных шахтах, произошедших 19.03.2007 в филиале «Шахта «Ульяновская» ОАО «Объединенная угольная компания «Южкзбассуголь» «Ульяновская», 08.05.2010 на шахте «Распадская», 25.02.2016 в СП «Шахта Северная» АО «Ворктауголь». Отмечены расхождения выводов экспертного заключения и комиссии Ростехнадзора. Так же в статье отмечено, что в настоящее время не предусмотрена ответственность членов комиссии и экспертов за выдачу недостоверного и содержащего неполные сведения Акта технического расследования причин аварии и заключения экспертной группы. Однако в силу положений УПК РФ заключение судебной экспертизы и результаты технического расследования имеют равную юридическую силу. Предложено для оперативного и беспристрастного проведения экспертной оценки причин аварий создание государственного экспертного учреждения.*

*The article deals with the specifics of the investigation of criminal cases related to the establishment of the causes of man-made accidents, as well as factors affecting the duration of the investigation. The experience of the authors in the field of expert participation in the investigation of criminal cases on the facts of major accidents at coal mines that occurred on March 19, 2007 at the Ulyanovskaya Mine branch of Yuzhkuzbassugol United Coal Company OJSC Ulyanovskaya, 05/08/2010 at the Rospadskaya mine is summarized, 02/25/2016 in JV "Severnaya Mine" JSC "Vorktaugol". Discrepancies between the conclusions of the express conclusion and the Rostekhnadzor commission were noted It is also noted in the article that at present there is no provision for the responsibility of members of the commission and experts for issuing an unreliable and containing incomplete information Act of technical investigation of the causes of the accident and the conclusion of the expert group. However, by virtue of the provisions of the Criminal Procedure Code of the Russian Federation, the conclusion of a forensic examination and the results of a technical investigation have equal legal force. It was proposed to establish a state expert institution for the prompt and impartial expert assessment of the causes of accidents.*

**Ключевые слова:** АВАРИЯ НА УГОЛЬНОЙ ШАХТЕ. ВЕДЕНИЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ

*РАБОТ. СТАТУС ГОРНОСПАСАТЕЛЯ. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ. ОПРАВДАНЫЙ РИСК. НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ К ПОМОЩИЯМ РУКОВОДИТЕЛЯ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ.*

*Key words: COAL MINE ACCIDENT. CONDUCTING EMERGENCY RESCUE OPERATIONS. MINE RESCUER STATUS, SAFETY RULES, JUSTIFIED RISK, NORMS AND REQUIREMENTS FOR AUTHORITIES OF MINE RESCUE WORK ORGANIZER.*

**Д**лительный срок расследования уголовных дел, связанных с установлением причин аварий техногенного характера, обусловлен спецификой предмета расследования, необходимостью документального доказывания комплекса нарушений правил безопасности, допускаявшихся, как правило, на протяжении нескольких лет; противоречивостью нормативного регулирования безопасности ведения работ; отсутствием методик и соответствующих экспертных центров по проведению необходимых специальных экспертиз; внесением руководством шахты недостоверных сведений в различные документы для минимизации издержек производства и увеличения объема добычи угля, что требует проведения с участием экспертов дополнительных следственных действий, в первую очередь, дополнительных допросов работников шахты для восстановления необходимых первичных данных, а также сравнительного осмотра изъятых документов между собой и с электронными носителями информации.

Также длительность расследования дел, связанных с установлением причин аварий техногенного характера, обусловлена необходимостью проверки и зачастую опровержения результатов технического расследования, проведенного комиссией Ростехнадзора.

С учетом опыта экспертного участия в расследовании уголовных дел по фактам крупных аварий на угольных шахтах, произошедших 19.03.2007 в филиале «Шахта «Ульяновская» ОАО «Объединенная угольная компания «Южкузбассуголь» «Ульяновская» (в результате взрыва погибло 110 человек), 08.05.2010 на шахте «Распадская» (в результате двух взрывов 91 погибший), 25.02.2016 в СП «Шахта Северная» АО «Ворктуголь» (в результате трех взрывов погибли 36 человек), можно констатировать, что сотрудники Ростехнадзора не фиксировали в этих шахтах очевидные нарушения Правил безопасности и не принимали мер к остановке ведения горных работ для устранения имевшихся существенных нарушений, что привело в дальнейшем к авариям.

Неадекватное исполнение обязанностей сотрудниками Ростехнадзора по надзору за соблюдением правил безопасности на опасных производственных объектах влекло в последу-

ющем незаинтересованность членов комиссии Ростехнадзора в полном и объективном установлении истинных причин аварии, одной из которых и явилось бездействие надзорного органа.

Незаинтересованность работников Ростехнадзора в установлении причин аварии может проистекать из правового положения данной службы.

Так, в соответствии с Положением о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 30.07.2004 № 401, Ростехнадзор является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по нормативно-правовому регулированию в установленной сфере деятельности, а также по контролю и надзору в сфере безопасного ведения работ, связанных с пользованием недрами, промышленной безопасности [1].

Кроме того, в соответствии с Порядком проведения технического расследования причин аварий, инцидентов и случаев утраты взрывчатых материалов на объектах, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержденному Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 19.08.2011 № 480, Ростехнадзор уполномочен создавать специальную комиссию по техническому расследованию причин аварии на объектах, ему поднадзорных. Указанным выше порядком проведения технического расследования причин аварии установлено, что в состав комиссии по расследованию причин аварии, возглавляемой представителем Ростехнадзора, также входят представители организации, эксплуатирующей особо опасный производственный объект [2].

Таким образом, на основании данного положения в состав комиссий по техническому расследованию причин аварий на опасных производственных объектах включаются также представители коммерческой организации, эксплуатирующей особо опасный производственный объект. Заинтересованность руководства эксплуатирующей организации, в первую очередь, состоит в минимизации издержек и увеличении своей прибыли в угоду собственнику, а не в проведении полного и объективного техниче-

ского расследования причин аварии.

Таким образом, Ростехнадзор является нормотворческим, контролирующим, надзирающим органом и одновременно с этим органом, который проводит техническое расследование причин аварии. Учитывая, что, как правило, аварии в шахтах происходят в условиях ненадлежащего осуществления контроля и надзора сотрудниками Ростехнадзора, заинтересованность этого органа в объективном установлении причин аварий вызывают обоснованные сомнения.

В дальнейшем это проявляется в результатах проводимого сотрудниками данного государственного органа технического расследования причин аварии.

До произошедшей 25.02.2016 аварии на шахте «Северная» представители Ростехнадзора также не выявляли существенных нарушений в области промышленной безопасности, хотя таковые допускались на протяжении длительного времени.

В оформленном комиссией Ростехнадзора по результатам технического расследования причин аварии Акте технического расследования причин аварии (далее – Акт) указано, что причины аварии не установлены и установлены быть не могут. Комиссией высказаны различные версии причин начала аварии, часть из которых не была основана на материалах технического расследования. По мнению комиссии, причиной гибели горноспасателей и горнорабочего при взрыве 28.02.2016 также послужил непредвиденный случай в отсутствие достаточного нормативного регулирования.

Изложенные в материалах дополнительного технического расследования комиссии Ростехнадзора версии аварии о месте ее начала, механизме развития и повлекших ее нарушениях также не соответствуют фактическим обстоятельствам.

В результате проведенных назначенных следователем горнотехнической и ситуационной судебных экспертиз опровергнуты выводы, изложенные комиссией Ростехнадзора в акте технического расследования причин аварии, дополнительном акте технического расследования и включенные в материалы технического расследования заключения привлеченных Ростехнадзором экспертов.

При этом зачастую обнаруживается некомпетентность как самих сотрудников Ростехнадзора, производивших техническое расследование причин аварии, так и привлеченных ими экспертов, которые участвуют в техническом расследовании. Их суждения порой основаны

на справках, представленных организацией, где произошла авария, и опросах комиссией сотрудников шахты из числа руководства без проверки сведений по первичным документам.

Согласно Порядку проведения технического расследования причин аварий, инцидентов и случаев утраты взрывчатых материалов на объектах, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, финансирование расходов на техническое расследование причин аварии осуществляется организацией, эксплуатирующей опасный производственный объект, на котором произошла авария, что само по себе ставит под сомнение независимость и обоснованность доводов привлеченных экспертов.

При этом проверка и опровержение доводов комиссий занимает дополнительное время и влияет на увеличение срока расследования уголовных дел.

Также следует отметить, что в настоящее время не предусмотрена ответственность членов комиссии и привлеченных ими экспертов за выдачу недостоверного и содержащего неполные сведения Акта технического расследования причин аварии и заключения экспертной группы. Однако в силу положений УПК РФ заключение судебной экспертизы и результаты технического расследования имеют равную юридическую силу.

При таких обстоятельствах, учитывая, что по уголовным делам, расследуемым по ст. 216-217 УК РФ, в соответствии с уголовно-процессуальным законодательством и его разъяснением, изложенным в постановлении Пленума Верховного суда РФ от 21.12.2010 № 28 «О судебной экспертизе по уголовным делам», производство судебных экспертиз для установления причин и обстоятельств произошедших аварий является обязательным, оно не может быть подменено проведением Ростехнадзором технического расследования причин аварий [3].

Таким образом, необходимо исключить участие Ростехнадзора в проведении технического расследования причин аварии в том виде, как это существует в настоящее время.

Как видится, сотрудники Ростехнадзора могут привлекаться к участию в уголовном деле не только как свидетели, но и в необходимых случаях в качестве специалистов.

В результате назначенной следствием комплексной горнотехнической судебной экспертизы по факту аварии в шахте «Северная», опираясь на собранные доказательства, были установлены основные технические и организа-



ционные причины аварии, которые находятся в прямой причинной связи с возникновением аварии, которые не только не были выявлены инспекторами Ростехнадзора в ходе надзора за особо опасным производственным объектом, но и не отражены в материалах технического расследования причин аварии, проведенного комиссией Ростехнадзора.

Причиной гибели 5 горноспасателей и 1 шахтера при взрыве 28.02.2016 на шахте «Северная», как установлено заключением соответствующей комплексной ситуационной судебной экспертизы, явилось нарушение лицами, руководившими ликвидацией аварии и горноспасательными работами, требований должностных инструкций и Устава ВГСЧ [4].

Учитывая, что сами по себе исследования причин техногенных аварий, и в шахтах в частности, являются науко- и трудоемкой работой, их проведение занимает продолжительное время. Вместе с тем, ввиду отсутствия какого-либо

федерального научного центра, к проведению экспертного исследования причин аварии привлекаются лица, обладающие специальными познаниями в области горного дела, которые являются сотрудниками различных учреждений и организаций. Указанное обстоятельство обуславливает значительное удорожание стоимости производства экспертизы, а также увеличение срока производства экспертиз.

Для оперативного и беспристрастного проведения экспертной оценки причин аварий полагаем оптимальным решением создание государственного экспертного учреждения, например, на базе ФАУ «Главное управление государственной экспертизы» совместно с Московским горным институтом и ООО «НИИ Горного Дела», сотрудники которых обладают необходимыми специальными познаниями, имеют многолетний опыт, и правовой статус которых не вызывает сомнений в объективности экспертных исследований.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Положение о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 30.07.2004 № 401. М. ЗАО НТЦ ПБ.
2. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 19.08.2011 № 480 "Об утверждении Порядка проведения технического расследования причин аварий, инцидентов и случаев утраты взрывчатых материалов промышленного назначения на объектах, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору" Режим доступа: <http://base.garant.ru/70109108/#ixzz6YZiOvls7>
3. Постановление Пленума Верховного суда РФ от 21.12.2010 № 28 «О судебной экспертизе по уголовным делам». Режим доступа: <https://rg.ru/2010/12/30/postanovlenie-dok.html>
4. Устав ВГСЧ по организации и ведению горноспасательных работ. Приказ МЧС РФ № 251 от 09.06.2017 г.

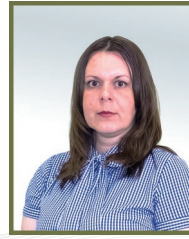
#### REFERENCES

1. Polozheniye o Federal'noy sluzhbe po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru, utverzhdennym postanovleniyem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 30.07.2004 № 401 [Regulations on the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision, approved by Decree of the Government of the Russian Federation No. 401 of July 30, 2004] Moscow: ZAO NTTTS PB [in Russian]
2. Base.garant.ru. 2020. Prikaz Federal'noy Sluzhby Po Ekologicheskomu, Tekhnologicheskomu I Atomnomu Nadzoru Ot 19.08.2011 № 480 "Ob Utverzhdenii Poryadka Provedeniya Tekhnicheskogo Rassledovaniya Prichin Avari, Intsidentov I Sluchayev Utraty [Order Of The Federal Service For Environmental, Technological And Nuclear Supervision Of 19.08.2011 No. 480 "On Approval Of The Procedure For Conducting Technical Investigation Of The Causes Of Accidents, Incidents And Cases Of Loss Of Industrial Explosives At Facilities Supervised By The Federal Service For Environmental, Technological And Nuclear Supervision"]. [online] Available at: <<http://base.garant.ru/70109108/#ixzz6YZiOvls7>> [In Russian].
3. Rossiyskaya gazeta - Russian newspaper. 2020. Postanovleniye Plenuma Verkhovnogo Suda RF Ot 21.12.2010 № 28 «O Sudebnoy Ekspertize Po Ugolovnym Delam» [Resolution Of The Plenum Of The Supreme Court Of The Russian Federation Of December 21, 2010 No. 28 "On Forensic Examination In Criminal Cases."]. [online] Available at: <<https://rg.ru/2010/12/30/postanovlenie-dok.html>> [In Russian].
4. Ustav VGSCH po organi-zatsii i vedeniyu gornospa-satel'nykh rabot. Prikaz MCHS RF № 251 ot 09.06.2017 g. [Char-ter of the Higher Education and Training Commission for the organization and conduct of mine rescue operations. [In Russian].



**Н.Н. Турова // N.N. Turova**  
natalya\_turova@inbox.ru

канд. техн. наук, доцент Кемеровский государственный университет, кафедра Техносферная безопасность  
candidate of technical sciences, associate professor of technosphere safety department, Kemerovo State University, 650056 Kemerovo, Stroiteley blvd. 47



**Е.И. Стабровская // E.I. Stabrovskaya**  
helist@inbox.ru

Стабровская канд. техн. наук, доцент Кемеровский государственный университет, кафедра Техносферная безопасность  
candidate of technical sciences, associate professor of technosphere safety department, Kemerovo State University, 650056 Kemerovo, Stroiteley blvd. 47



**Н.В. Васильченко // N.V. Vasilchenko**  
natalivasi@yandex.ru

канд. техн. наук, доцент Кемеровский государственный университет, кафедра Техносферная безопасность  
candidate of technical sciences, associate professor of technosphere safety department, Kemerovo State University, 650056 Kemerovo, Stroiteley blvd. 47



**М.В. Просин // M.V. Prosin**  
prosinmv@yandex.ru

канд. техн. наук, доцент Кемеровский государственный университет, кафедра Техносферная безопасность  
candidate of technical sciences, associate professor of technosphere safety department, Kemerovo State University, 650056 Kemerovo, Stroiteley blvd. 47

УДК 613.6.01:658.382

## ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАБОЧЕГО МЕСТА МАШИНИСТА ЭКСКАВАТОРА НА ПРИМЕРЕ ЭКГ-10

## ERGONOMIC ASSESSMENT OF THE EXCAVATOR OPERATOR WORKPLACE ON THE EXAMPLE OF EKG-10

*В статье изложен материал исследования эргономической оценки рабочего места машиниста экскаватора. Данный вид техники на сегодняшний день широко применяется в карьерах и на горных выработках, а также в строительной отрасли. Рабочим местом машиниста экскаватора является кабина — это отдельное помещение на экскаваторе, в котором расположены аппаратура и приборы, необходимые для управления. В работе были проанализированы эргономические требования к кабине экскаватора, разработана контрольная эргономическая карта для машинистов, а также были предложены эргономические решения для правильной организации рабочего места, создание комфортных условий в кабине экскаватора, грамотного распределения нагрузок, которые, без сомнения, обеспечат наилучший трудовой процесс, снижение утомляемости и предотвращение возникновения профессиональных заболеваний.*

*The article presents the material of the excavator operator's workplace ergonomic assessment study. This type of equipment is widely used today in quarries and open pit mines, as well as in the construction industry. Excavator operator's workplace - the cab is a separate room on the excavator, which contains the equipment and instruments necessary to control the machine. In the course of the work, the ergonomic requirements for the excavator's cabin were analyzed, an ergonomic control card for operators was developed, and ergonomic solutions were proposed for the correct organization of the workplace, creating comfortable conditions in the excavator's cabin, competent distribution of loads, which undoubtedly ensure the best work process, fatigue reduction and occupational diseases' prevention.*

**Ключевые слова:** ЭРГОНОМИКА, ИНЖЕНЕРНАЯ ПСИХОЛОГИЯ, ЭКСКАВАТОР, РАБОЧЕЕ МЕСТО, МАШИНИСТ, ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ.

**Key words:** ERGONOMICS, ENGINEERING PSYCHOLOGY, EXCAVATOR, WORKPLACE, OPERATOR, CONTROLS.

**В**ведение  
Экскаваторами называются землеройные машины, предназначенные для копания и перемещения грунта. Они использовались еще в Древнем Египте и Древнем Риме как средство механизации работ по углублению русел рек и каналов. Документально историю землеройной техники, в частности экскаваторов, можно начать писать с начала

15 века, когда в венецианском издании «Кодекс Джованни Фонтана» 1420 года был опубликован рассказ о ковшедолбежной землечерпалке, использовавшейся для углубления дна каналов, расширения морских гаваней. Но официально идея создания землеройных машин принадлежит Леонардо да Винчи, который в начале 16 века предложил схемы экскаваторов-драглайнов. С тех пор прошло много лет, и экскавато-

ры-драглайны проделали длинный путь технической эволюции: из деревянных конструкций с конопляными тросами они превратились в настоящих металлических исполинов с вместимостью ковша до 170 кубических метров. У экскаваторов появилась кабина, из которой и идет полное управление машиной. Машинист экскаватора находится внутри 12 часов в смену, и от того, комфортно ли ему в кабине, удобно ли ему управлять экскаватором, напрямую зависит производительность труда и, самое важное, психофизиологическое здоровье машиниста экскаватора. Сегодня экскаваторы широко применяются в карьерах и на горных выработках, а также в строительной отрасли.

Объект исследования и обсуждение результатов

Объект исследования - кабина машиниста экскаватора.

Предмет исследования – производственная деятельность машиниста экскаватора. Экскаватор карьерный гусеничный ЭКГ-10 с ковшем емкостью 10 м<sup>3</sup> предназначен для разработки и погрузки в транспортные средства полезных ископаемых и пород вскрыши на открытых горно-рудных карьерах [3].

Рабочим местом машиниста экскаватора является кабина — специальное отдельное помещение на экскаваторе, которое служит рабочим местом машиниста и в котором расположены органы управления, аппаратура и приборы, необходимые для управления экскаватором, для регулирования и контроля работы всех его систем. На протяжении рабочей смены машинист находится в кабине экскаватора без

возможности ее покинуть. Поэтому правильно организованное рабочее место, обеспечение удобной позы для машиниста экскаватора, а также комфортные условия в кабине экскаватора, распределение нагрузок, которые отвечают требованиям эргономики и инженерной психологии, обеспечивают наилучший трудовой процесс, уменьшение утомляемости и предотвращение возникновения профессиональных заболеваний [3].

Проведение эргономической оценки - это выявление и исправление несовершенств трудового процесса с целью создания благоприятных условий труда. Эргономическая оценка системы и ее элементов должна производиться исходя из комплексных критериев, отражающих степень эффективности (производительность, точность, надежность) и гуманности (соответствие возможностям человека, безопасность для здоровья, уровень напряженности функций физиологических систем и утомления человека, степень эмоционального воздействия на него). Характерной чертой эргономических исследований является тесное объединение ранее разобщенных исследовательских методик. Поэтому эргономические исследования должны всегда начинаться с всестороннего исследования рабочей среды, трудового процесса, психических и физиологических реакций рабочих на производстве [1].

На основе тщательного изучения различных схем исследования трудового процесса обнаружили, что на практике могут быть использованы только весьма объективные и простые



Рисунок 1. Экскаватор ЭКГ-10  
Figure 1. EKG-10 Excavator

схемы, понятные как для людей с техническим образованием, так и для врачей.

В данной работе произведена эргономическая оценка рабочего места машиниста экскаватора ЭКГ-10. Тема, затронутая в работе, является актуальной. Практика подсказывает, что оптимизация эргономических показателей позволяет человеку наиболее эффективно использовать машину в производственной деятельности, что соответственно способствует увеличению выработки на предприятиях.

На первом этапе проведения эргономической оценки были рассмотрены и проанализированы эргономические требования к кабине экскаватора. Анализ результатов показал:

1. Распределение функций между человеком и машиной следует определять степень автоматизации исполнительных операций при управлении и контроле состояния механизмов.

2. Схемы автоматизированного управления экскаватором должны предусматривать полную или частичную автоматическую коррекцию технологических операций процессов копания (черпания), перемещения стрелы и ковша. Должны быть предусмотрены системы регулирования нагрузок в механизмах, ограничения координат перемещения ковша, блокировочных устройств, устройств защиты, дистанционного контроля (по требованию заказчика), диагностирования состояния оборудования и счетчик количества загруженных транспортных средств.

3. Обзор и видимость объектов преимущественного и периодического наблюдений должны быть обеспечены из области расположения точки зрения (ОПТЗ) с учетом возможных изменений рабочей позы машиниста. Оценку обзорности с рабочего места машиниста проводят по коэффициенту обзорности (КО), который должен быть не менее 0,6/0,5. На участке лобового остекления не должно быть визуальных помех в направлении нормальной линии взгляда машиниста, сидящего в рабочей позе.

4. В кабине должно быть предусмотрено место для средств связи с участниками совместной работы в пределах досягаемости с рабочего места машиниста.

5. Основные и аварийные органы управления (ОУ) должны быть расположены в зоне комфорта, вспомогательные - в пределах зон досягаемости в соответствии с ГОСТ 27258 [9].

6. При размещении ОУ на панелях управления следует соблюдать минимальные расстояния между ними в соответствии с ГОСТ 21753 [5], ГОСТ 22613 [6], ГОСТ 22614 [7] и ГОСТ 22615 [8].

На втором этапе была разработана контрольная эргономическая карта для машинистов экскаватора. Эргономическая карта служит для систематизации и анализа различных факторов, влияющих на трудовой процесс и производительность труда, а также реакции организма работника на степень рабочей нагрузки. Анализ обработанных данных показал, какие факторы и параметры рабочего места не устраивают машинистов экскаватора, а именно:

- невозможность изменить положение или отдохнуть при работе сидя при использовании одной или несколькими педалями;

- обивочные материалы не удовлетворяют требованиям гигиены;

- существуют неудобства в связи с постоянной или периодической вибрацией;

- работа не предполагает правильное чередование режима труда и отдыха, а также динамических и статических видов нагрузки.

По субъективному мнению машинистов экскаватора, многие факторы и параметры их не устраивают и не соответствуют санитарно – гигиеническим требованиям. Для разработки предлагаемых эргономических решений субъективного мнения машинистов экскаватора недостаточно, поэтому на третьем этапе были произведены возможные замеры параметров кабины экскаватора ЭКГ-10, которые показали:

1. Расположение ОУ (органов управления) в зоне комфорта и досягаемости определяют по ГОСТ 27258 [9] и соответствует фактическому.

2. Удобство рабочей позы характеризуется величиной отклонения корпуса от нормированного положения при автовскрыше (погрузка в самосвалы) 250 раз за смену (12 часов), также характеризуется длительностью отклонения корпуса от нормированного положения (10 – 15 секунд).

3. Длительность сосредоточенного наблюдения в норме, более 75% времени рабочей смены, что соответствует классу вредности труда 3.2.

4. Число объектов преимущественного наблюдения 5 – 7 объектов, что соответствует норме.

5. Темп работы характеризуется числом переключений органов управления за 1 час 30 рабочих движений.

Многие измеряемые параметры требуют профессионального оборудования, поэтому их замеры не являются возможными. Но, если сопоставлять субъективные ощущения машиниста экскаватора с нормируемыми данными из различных ГОСТ, то превышение нормируемых

данных по вибрации, освещенности, шуму будет явным [4], [10].

В связи с вышеизложенным на четвертом этапе на базе всех анализов и фактических замеров, были предложены следующие эргономические решения:

- педали управления выполнить из материала, предотвращающего скольжение, или выполнить накладки, предотвращающие скольжение;

- следует установить на рабочем месте сиденье с обивочным материалом, соответствующим требованиям гигиены с функцией регулировки спинки кресла;

- внедрить в рабочее место машиниста экскаватора (в кресло) амортизационную систему. Кабину экскаватора крепить к рабочей платформе через амортизационные прокладки;

- рекомендуется частично снизить уровень шумов в кабине с помощью звукопоглощающих материалов, изготовленных из войлока или другого звукопоглощающего материала;

- улучшить искусственное освещение за- боя путем увеличения прожекторов;

- на правый пульт управления следует поставить кронштейн с планшетом для удобства заполнения данных;

- установить отсутствующие аварийные блокировки;

- установить кондиционер и систему очистки поступающего в кабину воздуха;

- следует добавить два перерыва по 15 минут для снижения статического напряжения.

### Заключение

На основе анализа полученных данных было выявлено, что определенные параметры рабочего места машиниста экскаватора не соответствует требуемым нормам. Данное несоответствие было выявлено в результате анализа эргономической контрольной карты и фактических замеров этих параметров. Поэтому были предложены эргономические решения, способствующие улучшению показателей исследуемых параметров.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов, А.А. Основы эргономики. Учеб. пос. – М.: РГОТУПС, 2001г., 194 с.
2. Анохин, А.Н. Методы экспертных оценок. – Обнинск: ИАТЭ, 1996. – 148 с.
3. Беркман, И.Л. Универсальные одноковшовые экскаваторы. Учебник для проф.-техн. училищ / И. Л. Беркман, А. В. Раннев, А. К. Рейш // Издательство «Высшая школа», 1997. – 534 с.
4. Вудсон, У. Справочник по инженерной психологии для инженеров и художников-конструкторов / У. Вудсон, Д. Коновер // Пер. с англ. А.М. Пашутина под ред. В.Ф. Венда. – М.: Мир, 1968. – 517 с.
5. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. – Введ. 1984-30-06. – Москва: Издательство стандартов, 2008. – 13 с.
6. ГОСТ 21753-76. Система «Человек-машина». Рычаги управления. Общие эргономические требования. – Введ. 1997-01-01. – Москва: Государственный комитет по стандартам, 1986. – 6 с.
7. ГОСТ 22613-77. Система «Человек-машина». Выключатели и переключатели поворотные. Общие эргономические требования. – Введ. 1978-30-06. – Москва: Государственный комитет по стандартам, 1987. – 6 с.
8. ГОСТ 22614-77. Система «человек-машина». Выключатели и переключатели клавишные и кнопочные. Общие эргономические требования. – Введ. 1978-30-06. – Москва: Государственный комитет по стандартам, 1978. – 10 с.
9. ГОСТ 22615-77. Система «человек-машина». Выключатели и переключатели типа «Тумблер». Общие эргономические требования. – Введ. 1978-30-06. – Москва: Издательство стандартов, 1993. – 6 с.
10. ГОСТ 27258-87. Машины землеройные. Зоны комфорта и досягаемости органов управления. – Введ. 1988-01-01. – Москва: Государственный комитет по стандартам, 1987. – 17 с.
11. Сергеева, С.Ф. Психология труда, инженерная психология и эргономика / Труды Международной научно-практической конференции «Эрго 2014». – СПб.: Межрегиональная эргономическая ассоциация, 2014. — 452 с.

### REFERENCES

1. Abramov, A.A. (2001). *Osnovy ergonomiki [Fundamentals of Ergonomics].* Textbook. Moscow: RGOTUPS [in Russian].
2. Anokhin, A.N. (1996). *Metody ekspertnykh otsenok [Expert assessment methods].* Obninsk: IATE [in Russian].
3. Berkman, I.L., Rannev, A. V., & Reish, A. K. (1997). *Universalnye odnokovshovyie ekskavatory [All-purpose single-bucket excavators].* Textbook for prof.-tech. schools. Higher school [in Russian].
4. Woodson, W., & Conover, D. (1968). *Spravochnik po inzhenernoi psikhologii dlia inzhenerov i khudozhnikov-konstruktorov [Handbook of Engineering Psychology for Engineers and Design Artists].* Moscow: Mir [in Russian].
5. GOST 12.1.003-83 *Sistema standartov bezopasnosti truda. Shum. Obshchiye trebovaniya bezopasnosti. - Vved. [Occupational safety standards system. Noise. General safety requirements. - Introduction. 1984-30-06. - Moscow: Standards Publishing House, 2008 [in Russian].*
6. GOST 21753-76. *Sistema «Chelovek-mashina». Rychagi upravleniya. Obshchiye ergonomicheskiye trebovaniya. – Vved. [System "Man-machine". Control levers. General ergonomic requirements. – Introduction].* Moscow: State Committee for Standards [in Russian].
7. GOST 22613-77. *Sistema «Chelovek-mashina». Vyklyuchateli i pereklyuchateli povorotnyie. Obshchie ergonomicheskiye trebovaniya. – Vved. [System "Man-machine". Breakers and swing switches. General ergonomic requirements. – Introduction].* Moscow: State Committee for Standards [in Russian].

8. GOST 22614-77. Sistema «chelovek-mashina». Vyklyuchateli i pereklyuchateli klavishnyye i knopochnyye. Obshchiye ergonomicheskiye trebovaniya. – Vved. [The "man-machine" system. Key switches and button switches. General ergonomic requirements. – Introduction]. Moscow: State Committee for Standards [in Russian].
9. GOST 22615-77. Sistema «chelovek-mashina». Vyklyuchateli i pereklyuchateli tipa «Tumbler». Obshchiye ergonomicheskiye trebovaniya. – Vved. The "man-machine" system. Breakers and toggle switches. General ergonomic requirements. – Introduction]. Moscow: Publishing house of standards [in Russian].
10. GOST 27258-87. Mashiny zemleroinye. Zony komforta i dosiagaiemosti organov upravleniya. – Vved. [Earth-moving machines. Comfort zones and reach of controls. – Introduction]. Moscow: State Committee for Standards [in Russian].
11. Sergeeva, S.F. (2014). Psikhologiya truda, inzhenernaia psikhologiya i ergonomika [Labor psychology, engineering psychology and ergonomics]. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Ergo 2014". Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaya konferentsia «Ergo 2014» - International Scientific and Practical Conference "Ergo 2014". Sankt Peterburg: Interregional Ergonomic Association, 452 p. [in Russian].

## ГОРНЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ И НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

ГРУППА КОМПАНИЙ «ВОСТЭКО И ГОРНЫЙ-ЦОТ»  
 НАО «НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ПРОМЫШЛЕННОЙ  
 БЕЗОПАСНОСТИ»  
 КУЗБАССКИЙ ТЕХНОПАРК

# Флюорит

$CaF_2$



от лат. слова «fluere» - «течь»  
из-за его легкоплавкости

обнаружен Георгием  
Агриколой и назван в 1529  
году - «флюорес»

фосфоресцирует после  
облучения  
ультрафиолетовым светом и  
при нагревании

может быть в любом цвете и  
встречается в самых  
красивых и ярких оттенках —  
от изумрудно-зеленого до  
фиолетового и черного





**М.С. Плаксин // M.S. Plaksin**  
plaksin@bk.ru

канд. техн. наук, старший научный сотрудник ФГБУН "ФИЦ УУХ СО РАН", Россия, 650065, г. Кемерово, Ленинградский проспект, 10  
candidate of technical sciences, chief researcher of Coal and Coal Chemistry Federal Academy of Sciences Siberian Branch, 10, Leningradsky Avenue, Kemerovo, 650065. Russia

УДК 622.831.322

## ОСНОВЫ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ГАЗОВОЙ И ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

### FUNDAMENTALS OF THE METHODOLOGY FOR DETERMINING THE EFFICIENCY OF MEASURES TO REDUCE GAS AND GAS-DYNAMIC HAZARDS DURING MINING OPERATIONS IN COAL MINES

*Вероятность загазования рабочего пространства выработок, а также инициирование опасных газодинамических явлений, в том числе внезапных выбросов угля и газа, являются основными факторами, влияющими на темпы ведения горных работ для угольных шахт. Совершенствование технических средств по добыче угля и увеличение глубин ведения работ на шахтах требует совершенствования методов по прогнозированию опасности, связанной с газовым фактором. Проведение подготовительной выработки вызывает изменение природного напряженного состояния в ее окрестностях. Изменения свойств участка угольного пласта по трассе проведения подготовительной выработки как природного происхождения (геологические нарушения), так и технологического, например в результате выполнения дегазационных мероприятий, отразятся на газокинетической реакции угольного пласта при пересечении границ этого участка. В статье рассматривается идея использования систематического анализа параметров газокинетической реакции угольного пласта как «пластинки-индикатора» для оценки эффективности дегазационных мероприятий.*

*The likelihood of gas contamination of the working space of the openings, as well as the initiation of dangerous gas-dynamic phenomena, including sudden outbursts of coal and gas, are the main factors affecting the pace of mining for coal mines. Improvement of technical means for coal mining and an increase in the depths of work in mines requires the improvement of methods for predicting the hazard associated with the gas factor. Carrying out preparatory workings causes a change in the natural stress state in its vicinity. Changes in the coal seam section properties along the route of preparatory mining, both natural (geological disturbances) and technological, for example, as a result of degassing measures, will affect the gas-kinetic reaction of the coal seam when crossing the boundaries of this section. The article discusses the idea of using a coal seam gas-kinetic reaction parameters systematic analysis as an "indicator plate" to assess the effectiveness of degassing measures.*

**Ключевые слова:** УГОЛЬНЫЙ ПЛАСТ, ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ВЫРАБОТКИ, ГАЗОНОСНОСТЬ, МЕТАНООБИЛЬНОСТЬ, ГАЗОДИНАМИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ

**Key words:** COAL SEAM, PREPARATION OPENINGS, GAS CONTENT, METHANE IN-FLOW, GAS-DYNAMIC HAZARD

Опасность реализации содержащегося в угольных пластах газа метана является одним из главных сдерживающих факторов для угольных шахт в их стремлении к повышению объемов добычи угля и темпов проведения подготовительных выработок. Главным препятствием на пути повышения

темпов подвигания подготовительных забоев являются проблемы, связанные с выделением метана: обильное газовыделение в атмосферу выработки из угля и вероятность возникновения опасных газодинамических явлений, в частности внезапных выбросов угля и газа.

Ситуация усугубляется с повышением га-

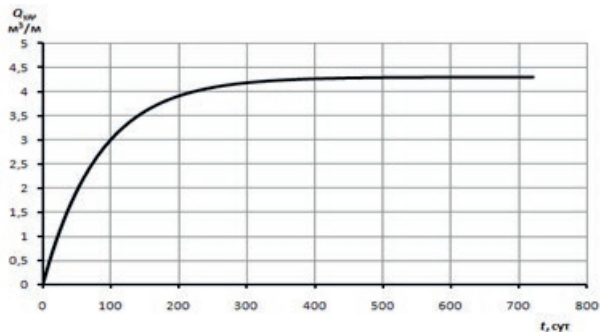


Рисунок 1 – Дебит типичной дегазационной скважины [2]  
Figure 1 - The flow rate of a typical degassing borehole [2]

газоносности обрабатываемых пластов при увеличении глубины их отработки. При этом проблемы газового фактора наблюдаются и при высокоинтенсивной отработке угольных пластов средней газоносности (14-20 м<sup>3</sup>/т). Согласно требованиям инструкции по дегазации [1] при газоносности обрабатываемого угольного пласта выше 13 м<sup>3</sup>/т требуется применение мероприятий по его дегазации.

Наиболее распространенным и общепринятым способом снижения газоносности угольного пласта является бурение дегазационных скважин в тело выемочного столба из горных выработок. Как показывает практика, период активной фазы газоотдачи и эффективность в целом дегазационной скважины крайне малы, как представлено на рисунке 1 [2], что связано с природными свойствами угольного вещества.

Ископаемый уголь – природная система, уникальным образом сочетающая в себе уголь и метан и представляющая структурно и функционально неоднородную вещественную композицию. Можно отметить, что сложная структура углей характерна для каждого пласта (участка пласта), что является результатом происхождения растительного сырья и обусловлено исходным составом торфа и условиями метаморфизма – температурой, давлением.

Имея низкую проницаемость в неразгруженном состоянии, угольный пласт не отдает метан, например в дегазационные скважины, и весь его газовый потенциал раскрывается непосредственно при отработке, что создает высокий уровень опасности и требует комплексного подхода к решению данного вопроса [3-7]. Следует обратить внимание на методологию эффективного высоконапорного нагнетания жидкости в пласт [8] и отметить, что зачастую одни и те же мероприятия имеют совершенно различный дегазационный эффект для разных угольных пластов, определяемый, как правило, непосредственно при отработке выемочного столба.

В целом дегазационный эффект зависит от структуры содержания метана в угольном пласте. Согласно наиболее развитым представлениям, метан (CH<sub>4</sub>) в угольном пласте содержится в трех состояниях [9, 10]: свободном, адсорбированном и по типу твердого углегазового раствора (ТУГР).

Свободный газ содержится внутри макропор, микротрещин и других дефектов сплошности угля в природных условиях. Его доля составляет до 12 % от газоносности пласта. Ток свободного метана обеспечивается в сторону кромки пласта по системе связанных магистральных трещин в результате технологического воздействия.

Адсорбированный газ локализуется на угольных поверхностях природных пор и дефектов сплошности, его содержание в угольном пласте составляет 8-16%. Условием десорбции является снижение давления свободного газа в пласте.

ТУГР расположен в межмолекулярном пространстве угольного вещества, его содержание в угольном пласте составляет 70 – 85% (указано для глубины залегания высокогазоносного пласта около 600-800 м). Условием его активизации (необратимого распада твердого раствора и переход газовой составляющей в адсорбированное состояние) является снижение геостатических напряжений. Таким образом, угольный пласт, не являясь гидроизолятором, «надежно» заблокировал метан в единой системе «уголь-газ». Именно вследствие малой зоны разгрузки в окрестностях дегазационной скважины и определяется низкий дебит через нее метана.

Проведение подготовительной выработки вызывает изменение напряженно-деформированного состояния в углепородном массиве в ее окрестностях. В случае проведения одиночной выработки можно количественно оценивать газовую реакцию угольного пласта как «пластинки-индикатора» на технологическое воздействие на основании данных системы аппаратуры газовой защиты [11]. Основным воздействием на пласт, вызывающим его активную газовую реакцию, является взятие очередной заходки проходческим комбайном. При этом характер реализации газового потенциала в атмосферу выработки может быть разным, и зависит от многих факторов.

На рисунке 2 в качестве примера представлено влияние мелкоамплитудной нарушенности пласта (снижение, в первую очередь, прочностных характеристик пласта) на среднесуточную метанообильность выработки по показаниям трех датчиков концентрации метана, расположенных по длине проводимой подгото-



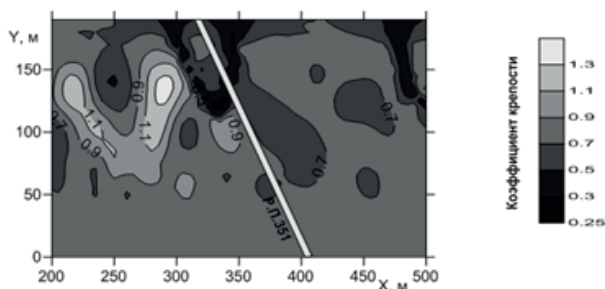
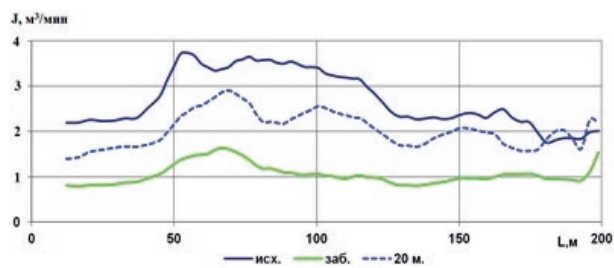


Рисунок 2 — Среднесуточная метанообильность  $J$  промежуточной печи при ее проведении (а) и карта коэффициента крепости угля в зоне ее проведения (б). исх. — метанообильность выработки по показаниям датчика, расположенного на исходящей струе; заб. — метанообильность по показаниям датчика, расположенного в 20 м от забоя выработки  
 Figure 2 — Average daily methane inflow  $J$  of the intermediate inclined coal seam opening during its heading (a) and a chart of coal strength coefficient in the area of its heading (b). ref. - methane abundance of the mine according to the readings of the sensor located on the outgoing jet; zab. - methane content according to the readings of the sensor located 20 m from the working face

вительной выработки. На рисунке 2а наблюдается полторакратное повышение метанообильности при проведении выработки в центре зоны влияния тектонического нарушения, показанного на рисунке 2б. Причиной повышения газопитока в выработку при ее проведении по участку тектонической нарушенности является, в первую очередь, увеличение размеров зоны неупругого деформирования в приконтурной части пласта вследствие низкой несущей способности нарушенной части угленосного массива, во вторую же очередь стоит отметить влияние нарушенной структуры угля на его коллекторские свойства [12].

Повышение дегазационного эффекта можно достичь применением получивших в последнее время распространение методов высоконапорного увлажнения с элементами гидроразрыва [13, 14]. Технология гидроразрыва

угольных пластов (ГУП) заключается в повышении продуктивности дегазационных скважин с помощью создания перпендикулярных или продольных трещин через скважины в угольном пласте (рис.3). Расстояние между скважинами и количество гидроразрывов, проводимых в каждой скважине, зависит от физико-механических свойств угольного пласта и от поставленных производственной необходимостью задач по обеспечению безопасных условий ведения горных работ по газовому фактору.

В целях безопасности гидроразрыв, как правило, выполняется на удалении от приконтурной части пласта. С целью повышения газопроницаемости пласта в работах [15, 16] предложены схемы проведения регулируемого гидростатического (с элементом гидроразрыва) в приконтурной части пласта проводимой подготовительной выработки. Регулируемый гидростатический

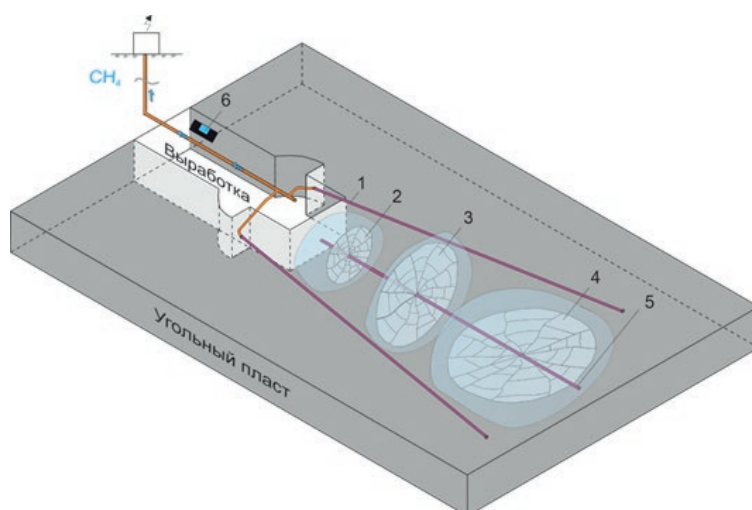


Рисунок 3 – Схема применения мероприятий по снижению газовой и газодинамической опасности при проведении подготовительной выработки: 1 – скважины барьерной дегазации; 2 – регулируемый гидростатический; 3 – поперечный гидроразрыв; 4 – продольный гидроразрыв; 5 – скважина (шпур) для выполнения гидроразрыва; 6 – датчик метана.

Figure 3 - Scheme of measure application to re-duce gas and gas-dynamic hazards during the preparatory opening heading: 1 - barrier degas-ing boreholes; 2 - adjustable hydraulic pressurization; 3 - cross-wise hydraulic fracturing; 4 - longitudinal hydraulic fracturing; 5 - borehole (hole) for hydraulic fractur-ing; 6 - methane sensor.

заключается в бурении шпуров в забой подготовительной выработки, создание зародышевой щели у забоя каждого шпура, герметизация шпуров, нагнетание жидкости в призабойную часть шпура. Контроль эффективности процесса гидроотжима осуществляется по изменению метанообильности выработки во время его выполнения. Как видим, технология проведения регулируемого гидроотжима близка технологии ГУП, но в конце 1980-х годов эффективная технология регулируемого гидроотжима [14, 15] на угольных шахтах оказалась невостребованной. Выполнение регулируемого гидроотжима для современных условий проведения подготовительных выработок требует дополнительных исследований, вследствие того что увеличились темпы подвигания выработок, а также увеличилась площадь забоев подготовительных выработок.

Рекомендуемые к применению схемы ГУП через дегазационные скважины указаны в нормативном документе [1], но там же отмечено: «Условия применения и параметры гидроразрыва пластов должны быть согласованы с научно-исследовательской организацией, разработавшей способ», что указывает на малоизученность данного направления. Разрабатываемая методика предлагает наиболее оптимальный метод исследования эффективности дегазационных мероприятий до начала отработки выемочного столба. Выполнение мероприятий и контроль их эффективности планируется выполнять при проведении подготовительных выработок в угольном пласте по направлению проведения. Подготовительные выработки выбраны по двум причинам. Во-первых, свойства пласта бывают

довольно изменчивы даже на относительно небольшом участке, а подготовительные выработки непосредственно «оконтуривают» выемочный столб. Во-вторых, при проведении подготовительной выработки источником газоистощения является непосредственно только разрабатываемый пласт в отличие от очистных работ, где зона влияния распространяется на сотни метров, а к источникам газовой выделенности добавляются пласты-спутники [3,4].

Суть методики заключается в следующем. Впереди забоя подготовительной выработки выполняется дегазационное мероприятие. На рисунке 3, как пример, рассмотрены три мероприятия, выполняемые впереди забоя подготовительной выработки. По мере подвигания выработки и пересечением ее забоем границ «зоны влияния» дегазационного мероприятия, например продольного гидроразрыва, газовая реакция массива на технологическое воздействие будет меняться. Нагнетание воды в угольный пласт, несомненно, отразится на газовой выделенности из пласта, поскольку повышение содержания влаги в угле высоконапорным методом повышает его пластичность, способствует развитию трещин в пласте, а также можно отметить такое свойство воды в угле как консервация метана в микротрещинах и микропорах [8]. При этом повышение пластичности и создание новых трещин приведет к увеличению газовой выделенности в выработку, а консервация метана в микротрещинах и микропорах влажностью способствует его снижению, поэтому многое будет зависеть от структуры самого угля, в первую очередь, и во вторую – от методики нагнетания жидкости в пласт. Газовая реакция на взятие заходки проходческим комбайном в

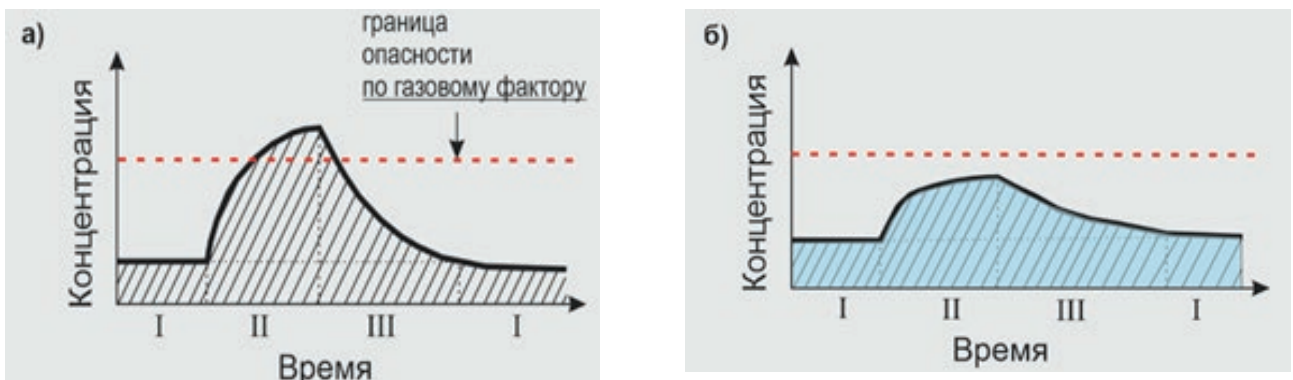


Рисунок 4 – Изменение концентрации метана в забое подготовительной выработки в момент взятия заходки проходческим комбайном при угольном пласте с природной влажностью (а) и увлажненном вследствие высоконапорного увлажнения (б): I – фоновое метановыделение; II – метановыделение в процессе взятия заходки; III – метановыделение после взятия заходки, в момент интенсивных изменений геомеханических напряжений в приконтурной части угольного пласта

Figure 4 - Change in the methane concentration at the face of the development working at the moment of a cut taking by the roadheader in a coal seam with natural moisture (a) and in a moistened one due to high-pressure moistening (b): I - background methane emission; II - methane emission in the process of a cut taking; III - methane emission after the cut taking, at the time of intense changes in geo-mechanical stresses in the coal seam contour part

результате выполнения высоконапорного увлажнения ожидаемо будет менее импульсивная, но фоновое метановыделение, вероятно, увеличится (рис. 4).

Основы методики оценки состояния угольного пласта в призабойной части на основании газокинетической реакции угольного пласта с использованием данных о метанообильности выработки представлено в работе [17]. В итоге, критерием оценки является изменение в реализации газового потенциала на технологическое воздействие на пласт, при этом к определяемым параметрам относятся интенсивность изменения газовой реакции, а также размеры и границы зоны изменения свойств пласта.

Кроме того, нагнетание воды положитель-

ным образом сказывается на запыленности и склонности угля к возникновению эндогенных пожаров, поэтому второстепенными критериями для оценки также могут быть концентрация пыли и двуокиси углерода в рабочей атмосфере выработок [8].

#### Вывод.

На основании представленной методики возможно на этапе проведения подготовительной выработки оценить эффективность нескольких видов дегазационных мероприятий для отработываемого участка пласта, что в конечном итоге даст возможность в полной мере реализовать современный технический потенциал горного оборудования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по дегазации угольных шахт. Серия 05. Выпуск 22. – Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2012. – 250 с.
2. Родин, Р.И. Эффективность дегазации шахт Кузбасса / Р.И. Родин // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – Кемерово, 2011. – № 2. – С. 116–119.
3. Козырева, Е.Н. Газодинамическая активность угольного пласта и необходимость применения его дегазации / Е.Н. Козырева, А.А. Рябцев // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – Кемерово, 2018. – № 1. – С. 8–13.
4. Полевщиков, Г.Я. Нелинейные изменения метанообильности высокопроизводительного выемочного участка / Г.Я. Полевщиков, Е.Н. Козырева, М.В. Шинкевич // Безопасность труда в промышленности. – 2014. – № 6. – С. 50–54.
5. Козырева Е.Н. Динамика метанообильности выемочных участков угольных шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – Отд. вып. № 6. – С. 238–244.
6. Шинкевич, М.В. Газовыделение из отработываемого пласта с учётом геомеханических процессов во вмещающем массиве / М.В. Шинкевич // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013, Отд. вып. № 6. – С. 278–285.
7. Качурин, Н.М. Прогноз метановой опасности угольных шахт при интенсивной отработке угольных пластов. / Н.М. Качурин, В.И. Клишин, А.М. Борщевич, А.Н. Качурин. – Тула, ТулГУ, 2013. – 219 с.
8. Тайлаков, О.В. К оценке эффективности дегазации угольного пласта на основе определения его остаточной газоносности // Наука и техника в газовой промышленности. – Санкт-Петербург, 2018. – № 4. – С. 43–47.
9. Чернов, О.И. Развитие метода комплексной борьбы с угольной пылью, горными ударами, газовыделениями, внезапными выбросами угля и газа и эндогенными пожарами в угольных шахтах // Сборник трудов всесоюзного научно-технического совещания по методам нагнетания воды в угольные пласты, состоявшегося в гор. Кемерово 3-4 июля 1963 г., М., Недра, 1965. – С.7-65.
10. Диплом на открытие №9. Свойство органического вещества образовывать с газами метастабильные однофазные системы по типу твердых растворов / А.Д. Алексеев, А.Т. Айруни, Ю.Ф. Васючков, И.В. Зверев, В.В. Синолицкий, М.О. Долгова, И.Л. Эттингер – Акад. ест. наук, Ассоц. авт. науч. отк. от 10.11.1994, рег. №16, Москва. – 3 с.
11. Малышев, Ю.Н. Фундаментально-прикладные методы решения проблемы угольных пластов / Ю.Н. Малышев, К.Н. Трубецкой, А.Т. Айруни. – М.: ИАГН, – 2000 – 519
12. Методические рекомендации о порядке проведении аэрогазового контроля в угольных шахтах (РД-15-06-2006). Серия 05. Выпуск 13 / Колл.авт. – Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора Рос-сии», 2007.
13. Чернов, О.И. Прогноз внезапных выбросов угля и газа / О.И. Чернов, В.Н. Пузырев. – М.: Недра, 1979. – 295 с.
14. Мазаник, Е.В., Усовершенствованная технология предварительной дегазации угольных пластов на основе их гидроразрыва / Е.В. Мазаник, А.В. Понизов, А.П. Садов, С.В. Сластунов // Знание. – 2016. – №5-1(34). – С.111-116
15. Клишин, В.Н. Разупрочнение угольного пласта, в качестве метода интенсификации выделения метана / В.Н. Клишин, Д.И. Кокоулин, Б. Кубанычбек, К.М. Дурнин // Уголь. – 2010. – № 4. – С. 40 - 42.
16. Полевщиков, Г.Я. Руководство по применению безопасного и контролируемого способа интенсивной дегазации призабойной части пласта для предотвращения внезапных выбросов угля и газа с использованием эффекта гидроотжима и аппаратуры контроля метана (регулируемый гидроотжим) / Г.Я. Полевщиков, Е.С.Розанцев, В.И.Лохов, И.Крючков. - Кемерово: ВостНИИ, 1987. - 16 с.
17. Полевщиков, Г.Я. Схемы и технология прогноза и предотвращения внезапных выбросов угля и газа при проведении подготовительных выработок комбайнами на выбросоопасных мощных и средней мощности пластах / Г.Я.Полевщиков, В.С.Зыков, В.А.Рудаков - Кемерово: ВостНИИ, 1989. - 45 с.
18. Плаксин, М.С. Развитие метода автоматизированного контроля газодинамической активности при-забойной зоны угольного пласта при проведении подготовительных выработок / М.С. Плаксин // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2014. – № 2. – С. 23 – 28.

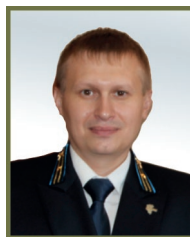
## REFERENCES

1. Instruksiya po degazatsii ugol'nykh shakht. Seriya 05. Vypusk 22 [Instructions for degassing coal mines. Series 05. Issue 22]. Zakrytoye aktsion-ernoye obshchestvo «Nauchno-tekhnicheskiiy tsentr issledovaniy problem promyshlennoy bezopasnosti», - Closed Joint Stock Company "Scientific and Technical Center for Research of Industrial Safety Problems" (2012). [in Russian].
2. Rodin, R.I. (2011). Effektivnost' degazatsii shakht Kuzbassa [Degassing efficiency of Kuzbass mines]. Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoi promyshlennosti – Herald of Safety in Mining Industry Scientific Center, 2, 116-119 [in Russian].
3. Kozyreva, Ye.N., & Riabtsev, A.A. (2018). Gazo-dinamicheskaya aktivnost' ugol'nogo plasta i ne-obkhdimost' primeneniya yego degazatsii [Gas-dynamic activity of a coal seam and the need to use its degassing]. Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoi promyshlennosti – Herald of Safety in Mining Industry Scientific Center, 1, 8-13 [in Russian].
4. Polevshchikov, G.Ya., Kozyreva, Ye.N., & Shinkevich, M.V. (2014). Nelineynyye izmeneniya metanoobil'nosti vysokoproizvoditel'nogo vyemochnogo uchastka [Non-linear changes in the methane content of a high-performance mining section]. Bezopasnost truda v promyshlennosti – Industrial Labor Safety, 6, 50-54 [in Russian].
5. Kozyreva, Ye.N. (2013). Dinamika meta-noobil'nosti vyemochnykh uchastkov ugol'nykh shakht [Dynamics of methane content in coal mine extraction sections]. Gornyy informatsionno-analiticheskiy biulleten – Mining Informational Analytical Bulletin, 6, 238-244 [in Russian].
6. Shinkevich, M.V. (2013). Gazovydeleniye iz otra-batyvayemogo plasta s uchiyom geomekhanicheskikh protsessov vo vmeshchayushchem mas sive [Gas emission from the seam under extraction taking into account geomechanical processes in the bedding massif]. Gornyy informatsionno-analiticheskiy biulleten – Mining Informational Analytical Bulletin, 6, 278-285 [in Russian].
7. Kachurin, N.M., Klislin, V.I., Borshchevich, A.M., & Kachurin, A.N. (2013). Prognoz metanovoy opasnosti ugol'nykh shakht pri intensivnoy obrabotke ugol'nykh plastov [Forecast of the methane hazard in coal mines during intensive mining of coal seams]. Tula: TulGU [in Russian].
8. Tailakov, O.V. (2018). K otsenke effektivnosti degazatsii ugol'nogo plasta na osnove opredele-niya yego ostatochnoy gazonosnosti [Evaluation of the efficiency of coal seam degassing based on the assessment of its residual gas content]. Nauka i tekhnika v gazovoi promyshlennosti - Science and technology in the gas industry, St. Petersburg, 4, 43-47 [in Russian].
9. Chernov, O.I. (1963). Razvitiye metoda kom-pleksnoy bor'by s ugol'noy pyl'yu, gornymi udarami, gazovydeleniyami, vnezapnymi vybrosami uglya i gaza i endogennymi pozharimi v ugol'nykh shakhtakh [Development of an integrated method for combating coal dust, rock bursts, gas emissions, sudden outbursts of coal and gas and endogenous fires in coal mines]. Proceedings from Methods of water injection into coal seams. Vsesoyuznoye nauchno-tekhnicheskoye soveshchanie (Kemerovo 3-4 Iulia 1963 g.) - All-Union Scientific and Technical Meeting (pp.7-65), Moscow: Nedra [in Russian].
10. Alekseev, A.D., Airuni, A.T., Vasiuchkov, Yu.F., Zverev, I.V., Sinolitskiy, V.V., Dolgova, M.O., & Ettinger, I.L. (1994). Svoystvo organicheskogo veshchestva obrazovuyvat' s gazami metastabil'nyye odnofaznyye sistemy po tipu tverdykh rastvorov [The property of organic matter to form metastable single-phase systems with gases like solid solutions]. Discovery diploma №9 Academy of Natural Sciences, Association of Authors of Scientific Discoveries from 10.11.1994, reg. No. 16, Moscow [in Russian].
11. Malyshev, Yu.N., Trubetskoi, K.N., & Airuni, A.T. (2000). Fundamental'no-prikladnyye metody resheniya problemy ugol'nykh plastov [Fundamental-applied methods for solving the problem of coal seams]. Moscow: IAGN [in Russian].
12. Team of authors (2007). Metodicheskiye rekomendatsii o poryadke provedeniya aerogazovogo kontrolya v ugol'nykh shakhtakh (RD-15-06-2006). Seriya 05. Vypusk 13 [Methodical recommendations on the procedure for conducting air-gas control in coal mines (RD-15-06-2006). Series 05. Issue 13] Federal State Unitary Enterprise "Scientific and Technical Center for Safety in Industry of Gosortekhnadzor of Russia"[in Russian].
13. Chernov, O.I., & Puzyrev, V.N. (1979). Prognoz vnezapnykh vybrosov uglya i gaza [Forecast of sudden outbursts of coal and gas]. Moscow: Nedra [in Russian].
14. Mazanik, Ye.V., Ponizov, A.V., Sadov, A.P., & Slastunov, S.V. (2016). Uovershenstvovannaya tekhnologiya predvaritel'noy degazatsii ugol'nykh plastov na osnove ikh gidrorazryva [Improved technology of preliminary degassing of coal seams based on their hydraulic fracturing]. Znanie – Knowledge, 5-1 (34), 111-116 [in Russian].
15. Klislin, V.N., Kokoulin, D.I., Kubanychbek, B., & Durnin, K.M. (2010). Razuprochneniye ugol'nogo plasta, v kachestve metoda intensivifikatsii vydele-niya metana [Softening of a coal seam as a method of methane emission intensifying]. Ugol – Coal, 4,40-42 [in Russian].
16. Polevshchikov, G.Ya., Rozantsev, Ye.S., Lokhov, V.I., & Kriuchkov, I. (1987). Rukovodstvo po primeniyu bezopas-nogo i kontroliruyemogo sposoba intensivnoy degazatsii prizaboynoy chasti plasta dlya predotvrashcheniya vnezapnykh vybrosov uglya i gaza s ispol'zovaniyem effekta gidrootzhimia i apparatury kontrolya metana (reguliruyemyy gidrootzhim) [Guidance on the application of a safe and controlled method of intensive degassing of the face area of the seam to prevent sudden coal and gas outbursts using the effect of adjustable hydraulic pressurization and methane control equipment (controlled hydraulic pressurization)]. Kemerovo: VostNII [in Russian].
17. Polevshchikov, G.Ya., Zikov, V.S., & Rudakov, V.A. (1989). Skhemy i tekhnologiya prognoza i pre-dotvrashche-niya vnezapnykh vybrosov uglya i gaza pri pro-vedenii podgotovitel'nykh vyrabotok kombay-nami na vybrosopasnykh moshchnykh i sredney moshchnosti plastakh [Schemes and technology for forecasting and preventing sudden outbursts of coal and gas during preparatory working heading with coalcutter-loaders in outburst-hazardous thick and medium-thick seams]. Kemerovo: VostNII [in Russian].
18. Plaksin, M.S. (2014). Razvitiye metoda avtoma-tizirovannogo kontrolya gazodinamicheskoy aktivnosti prizaboynoy zony ugol'nogo plasta pri provedenii podgotovitel'nykh vyrabotok [Development of a method for automated control of gas-dynamic activity of the face area of a coal seam during development working heading]. Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoi promyshlennosti – Herald of Safety in Mining Industry Scientific Center, 2, 23-28 [in Russian].



**А.С. Ярош // A.S. Yaroch**  
rosniigdbuh@mail.ru

канд. техн. наук, академик МАНЭБ, генеральный директор ООО "НИИ Горного Дела", 650002, Россия, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 1  
a candidate of technical sciences, academician of MANEB, general director of LLC "Research Institute of Mining", 650002, Russia, Kemerovo, Sosnovy Boulevard, 1



**А.В. Житников//**  
A.V. Zhitnikov  
ZhitnikovAV@mail.ru

Начальник отдела информационной безопасности АО «СУЭК-КУЗБАСС» г. Ленинск-Кузнецкий, ул. Васильева, 1  
Head of the Information Security Department of SUEK-KUZBASS JSC Leninsk-Kuznetsky, st. Vasilyeva, 1

УДК 622.831.322

## ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА И БЕЗОПАСНОСТЬ КИИ ТЭК DIGITAL ECONOMY AND SECURITY КИИ ТЕК

*В статье рассматривается актуальная тема информационной безопасности на объектах ТЭК, обладающих информационной инфраструктурой и использующих цифровые технологии в рамках "Цифровой экономики". Приведены основные направления в развитии информационного общества. Обобщены источники и нормативно-правовая база программы "Цифровая экономика". Рассмотрены основные организации, осуществляющие деятельность в сфере практического развития цифровой экономики и бизнеса за рубежом. Указаны основные проблемы цифровизации - отсутствие достаточного количества материалов для проведения полноценного исследования взаимосвязи между данными технологиями и производством, а так же уязвимость для информационных угроз. Уязвимость цифровых технологий для информационных угроз, постоянное развитие преступных хакерский группировок, имеющих противоправные устремления в т.ч. в сфере ТЭК создают потребность в развитии информационной безопасности на производственных объектах. Особую уязвимость в РФ имеют объекты критической информационной инфраструктуры (КИИ). Актуальность вопроса по обеспечению безопасности «КИИ» подтверждается ужесточением законодательной (уголовной и административной) ответственности в данной сфере в текущем периоде. Изучены основные аспекты и проблемы законодательства обеспечение безопасности КИИ.*

*The article discusses the current topic of information security at fuel and energy facilities that have an information infrastructure and use digital technologies within the framework of the "Digital Economy". The main directions in the development of the information society are given. The sources and legal framework of the Digital Economy program are summarized. The main organizations involved in the practical development of the digital economy and business abroad are considered. The main problems of digitalization are indicated - the lack of a sufficient amount of materials to conduct a full study of the relationship between these technologies and production, as well as vulnerability to information threats. Vulnerability of digital technologies to information threats, the constant development of criminal hacker groups with illegal aspirations, incl. in the fuel and energy sector create a need for the development of information security at production facilities. Critical information infrastructure facilities (CII) have a particular vulnerability in the Russian Federation. The relevance of the issue of ensuring the security of CII is confirmed by the tightening of legislative (criminal and administrative) liability in this area in the current period. The main aspects and problems of legislation to ensure the safety of the CII have been studied.*

**Ключевые слова:** ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА, ТЭК, КРИТИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ ИНФРАСТРУКТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, КИИ

**Key words:** DIGITAL ECONOMY, FUEL AND ENERGY COMPLEX, CRITICAL INFRASTRUCTURE OBJECTS, INFORMATION SECURITY, CII

**Д**анная статья подготовлена для развития более точного представления о возможностях «цифровой экономики». Важности и актуальности информационной безопасности на объектах ТЭК, обладающих информационной инфраструктурой и использующих цифровые технологии.

В 2020 произошло заметное увеличение использования «цифровых технологий» в различных сферах. Одним из самых популярных направлений стала «Цифровая экономика».

«Цифровая экономика» определяется, как экономическая деятельность, основанная на цифровых технологиях, связанная с электронным

бизнесом и электронной коммерцией, и производимых и сбываемых ими цифровыми товарами и услугами. Расчёты за услуги и товары цифровой экономики производятся зачастую цифровой валютой – «электронными деньгами». (Глоссарий. ru: Сетевая экономика)

Цифровая экономика изучается и развивается, как государственными, так частными организациями. Наиболее важная цель этого развития - «четвертая промышленная революция».

Основные составляющие четвертой промышленной революции:

- Развитие количества и качества цифровых технологий. Использование новых вычислительных технологий (в их числе облачных и туманных технологий, квантовых вычислений), интернет вещей, промышленный интернет («индустрия 4.0»), блокчейн, технологии поиска информации в больших массивах данных.

- Преобразование ноосферы, и т.н. «физического мира». Это - развитие искусственного интеллекта и робототехники, создание новых материалов с уникальными заданными свойствами, аддитивное производство, в т.ч. с использованием 3D печати.

- Усовершенствование человека. Это - развитие био- и нейротехнологий. Создание масштабной виртуальной и дополненной реальности.

- Организация высокотехнологичного взаимодействия с окружающей средой. Это - развитие энергетики, геоинженерии и космических технологий.

Развитие цифровой экономики в России осуществляется в соответствии с указом Президента РФ от 09.05.17 № 203 «О стратегии развития информационного общества в российской федерации на 2017 - 2030 годы»:

**К основным направлениям в развитии информационного общества в соответствии с указанным документом относятся:**

- цифровая экономика - хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг;

- экосистема цифровой экономики - партнерство организаций, обеспечивающее постоянное взаимодействие принадлежащих им технологических платформ, прикладных интер-

нет-сервисов, аналитических систем, информационных систем органов гос. власти РФ, организаций и граждан.

- информационное общество - общество, в котором информация и уровень ее применения и доступности кардинальным образом влияют на экономические и социокультурные условия жизни граждан;

- индустриальный интернет - концепция построения информационных и коммуникационных инфраструктур на основе подключения к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") промышленных устройств, оборудования, датчиков, сенсоров, систем управления технологическими процессами, а также интеграции данных программно-аппаратных средств между собой без участия человека;

- интернет вещей - концепция вычислительной сети, соединяющей вещи (физические предметы), оснащенные встроенными информационными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой без участия человека;

- критическая информационная инфраструктура Российской Федерации - совокупность объектов критической информационной инфраструктуры, а также сетей электросвязи, используемых для организации взаимодействия объектов критической информационной инфраструктуры между собой;

**Источники и нормативная база цифрового общества.**

Источниками для развития цифрового общества в РФ являются:

«Окинавская хартия глобального информационного общества» (Окинава, 22.07.2000),

«Декларация принципов построения информационного общества – глобальная задача в новом тысячелетии. Утверждена Всемирной встречей на высшем уровне по вопросам информационного общества Женева 2003 - Тунис 2005 («Тунисское обязательство»),

Решения профильных организационных структур Всемирного экономического форума,

Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. N 313 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Информационное общество (2011 - 20 годы),

Указ Президента Российской Федерации от 09.05.17 № 203 «О стратегии развития информационного общества в российской федерации на 2017 - 2030 годы»,

Распоряжение Правительства РФ от

28.07.17 № 1632 «Об утверждении программы цифровая экономика РФ»,

Указ Президента Российской Федерации от 10.10.19 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» и др.

**Организации, осуществляющие развитие и популяризацию цифровой экономики.**

К основным информационно-сетевым центрам, осуществляющим деятельность в сфере практического развития цифровой экономики и бизнеса за рубежом можно отнести следующие: [www.stanford.edu/group/scforum](http://www.stanford.edu/group/scforum), [www.escf.net](http://www.escf.net), [www.sas.com](http://www.sas.com), [www.oracle.com](http://www.oracle.com), [www.businessobjects.com](http://www.businessobjects.com) и др.

В России развитие различных направлений цифровой экономики и искусственного интеллекта осуществляет ограниченное число организаций. Среди них: структурные подразделения «Газпрома», «Роснефти» и «Сбербанка», российское представительство «Luxoft, a DXC Technology Company», «IBS Group Holding Ltd», ООО «Медиалогия» и др. Данные организации развивают технологии, предназначенные преимущественно для отраслевого использования.

Развитие цифровых технологий, имеющих практическую ценность для реального сектора экономики (особенно для предприятий ТЭК, транспортно – логистических организаций и служб безопасности различного уровня) осуществляют: автономная некоммерческая организация «Кластер искусственного интеллекта», созданная и функционирующая при непосредственном участии учёных СО РАН (одно из направлений деятельности - разработка автоматизированных систем управления рисками на основе искусственного интеллекта), ООО «Интэкт», занимающееся интегрированием цифровых технологий для предприятий производственной сферы под конкретные нужды, ООО «Фейсметрик» (разработчик систем интеллектуального видеонаблюдения для объектов повышенной опасности) и др.

**Существующие проблемы:**

Новизна цифровых технологий обуславливает отсутствие достаточного количества материалов для проведения полноценного исследования взаимосвязи между данными технологиями и производством. Также, работающие с использованием цифровых технологий отрасли экономики является особо уязвимыми для информационных угроз.

В перспективе ожидается изучение влияния, которое «цифровизация» оказывает на производственные объекты (в т.ч. ТЭК) и разработка Стандартов обеспечения безопасности на дан-

ных объектах.

**Важность и актуальность обеспечения Безопасности КИИ ТЭК.**

Вопросы безопасности цифровой инфраструктуры в настоящее время являются одними из наиболее важных и актуальных не только в России, но и в мире в целом. Так, на прошедшем в 20 г. международном экономическом форуме в Давосе кибербезопасность общества и бизнеса вошла в тройку основных обсуждаемых вопросов.

Уязвимость цифровых технологий для информационных угроз, постоянное развитие преступных хакерских группировок, имеющих противоправные устремления в т.ч. в сфере ТЭК создают потребность в развитии информационной безопасности на производственных объектах.

Согласно экспертному мнению, в РФ к наиболее уязвимым относятся объекты критической информационной инфраструктуры. Эти объекты подлежат защите в соответствии с требованиями Российского законодательства.

В соответствии с ФЗ от 26.07.17 г. № 187-ФЗ:

Объекты критической информационной инфраструктуры - информационные системы, информационно-телекоммуникационные сети, автоматизированные системы управления субъектов критической информационной инфраструктуры.

Субъекты критической информационной инфраструктуры - государственные органы, государственные учреждения, российские юридические лица и (или) индивидуальные предприниматели, которым на праве собственности, аренды или на ином законном основании принадлежат информационные системы, информационно-телекоммуникационные сети, автоматизированные системы управления, функционирующие в сфере здравоохранения, науки, транспорта, связи, энергетики, банковской сфере и иных сферах финансового рынка, топливно-энергетического комплекса, в области атомной энергии, оборонной, ракетно-космической, горнодобывающей, металлургической и химической промышленности, российские юридические лица и (или) индивидуальные предприниматели, которые обеспечивают взаимодействие указанных систем или сетей.

Безопасность КИИ – это комплекс мер по обеспечению устойчивого и бесперебойного функционирования критичных бизнес процессов предприятия. Включает в себя мероприятия по защите информации в информационных систе-

мах, автоматизированных системах управления технологическими процессами и информационно-телекоммуникационных сетях.

Вопросам обеспечения безопасности КИИ в РФ стали уделять большое внимание со 2 п. 19.

На 17 ежегодной «прямой линии с президентом» 20.06.19 теме «КИИ» было посвящено несколько вопросов. В обсуждении, которых принимали, как рядовые граждане, так и представители организаций, специализирующихся на обеспечении информационной безопасности (в частности руководитель «InfoWatch» Наталья Касперская). Актуальность вопроса по обеспечению безопасности «КИИ» подтверждается ужесточением законодательной (уголовной и административной) ответственности в данной сфере в текущем периоде.

В соответствии с действующим законодательством и мерами, принимаемыми государственными контролирующими органами создание эффективной системы безопасности ожидается в 2020 году.

Но фактически требования законодательства начнут эффективно исполняться не ранее 2021г.

#### **Основные причины:**

- Сложность самостоятельного выполнения требований по защите объектов КИИ.

В соответствии с требованиями законодательства обеспечение безопасности КИИ состоит из последовательных этапов:

оценка текущего состояния защищенности информационной инфраструктуры предприятия;  
категорирование объектов критической информационной инфраструктуры во ФСТЭК;

разработка и внедрение комплексных систем защиты информации для значимых объектов КИИ предприятия;

сопровождение и эксплуатация программно-аппаратных средств защиты информации объектов КИИ;

обеспечение безопасности значимого объекта КИИ при выводе его из эксплуатации.

При этом, законодательно предусмотрена обязанность субъектов КИИ по обязательному информированию о компьютерных инцидентах федерального органа исполнительной власти, уполномоченного в области обеспечения функционирования государственной системы обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак - («ГосСОПКА») ФСБ РФ.

- Ограничения деловой активности, в том числе в сфере ИБ в связи с режимом повышенной готовности и массовой дистанционной работой.

- Отсутствие квалифицированных специалистов. Ранее подготовка специалистов по КИИ не велась. Единицы специалистов получили необходимую подготовку в 2018-2019 годах. При этом, годовой фонд оплаты труда (время необходимое для проведения категорирования и проектирования системы ИБ КИИ) составляет значительную для предприятия сумму. Количество известных авторам организаций, способных квалифицированно выполнить данную работу, действующих в регионе не превышает четырех.

Вместе с тем, выполнение мероприятий по обеспечению безопасности объектов КИИ, является важным условием для безопасности предприятий ТЭК.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Федеральный Закон от 26.07.17 г. № 187-ФЗ «О безопасности КИИ РФ»
2. Федеральный 3 от 21.07.11 г. № 256-ФЗ «О безопасности объектов ТЭК»
3. Приказ ФСТЭК России от 06.12.17 № 227 «Об утверждении Порядка ведения реестра значимых объектов КИИ РФ»
4. Приказ ФСТЭК России от 11.12.17 № 229 «Об утверждении формы акта проверки, составляемого по итогам проведения госконтроля в области обеспечения безопасности значимых объектов КИИ РФ»;
5. Приказ ФСТЭК России от 21.12.17 № 235 «Об утверждении Требований к созданию систем безопасности значимых объектов КИИ РФ и обеспечению их функционирования»
6. Приказ ФСТЭК России от 22.12.17 № 236 «Об утверждении формы направления сведений о результатах присвоения объекту критической информационной инфраструктуры одной из категорий значимости, либо об отсутствии необходимости присвоения ему одной из таких категорий»
7. Приказ ФСТЭК России от 25.12.17 № 239 «Об утверждении Требований по обеспечению безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации»
8. Постановление Правительства РФ от 21.05.17 № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»
9. Постановление Правительства от 08.02.18 РФ № 127 «Об утверждении Правил категорирования объектов КИИ РФ, а также перечня показателей критериев значимости объектов КИИ РФ и их значений»
10. Постановление Правительства РФ № 162 от 17.02.18 «Об утверждении Правил осуществления госконтроля в области обеспечения безопасности значимых объектов КИИ РФ»
11. Постановление Правительства РФ от 13.04.19 № 452 «О внесении изменений в постановление Правительства РФ № 127 от 08.02.18»
12. Приказ ФСБ России № 366 от 24.07.18 «О НКЦКИ»



13. Приказ ФСБ России № 367 от 24.07.18 «Об утверждении Перечня информации, представляемой в «ГосСОПКА» и Порядка представления информации в «ГосСОПКА»
14. Приказ ФСБ России № 368 от 24.07.18 «Об утверждении Порядка обмена информацией о компьютерных инцидентах и Порядка получения субъектами КИИ информации о средствах и способах проведения компьютерных атак и о методах их предупреждения и обнаружения»
15. Методические рекомендации Минэнерго/ФСТЭК (31.07.19 № ЧА-8630/15 от 26.08.19 № 240/25/4048)
16. Окинавская хартия глобального информационного общества» (Окинава, 22.07.2000)
17. «Декларация принципов построения информационного общества – глобальная задача в новом тысячелетии. Утверждена Всемирной встречей на высшем уровне по вопросам информационного общества Женева 2003 - Тунис 2005 («Тунисское обязательство»)
18. Решения профильных организационных структур Всемирного экономического форума
19. Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. N 313 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Информационное общество (2011 - 2020 годы)
20. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.17 № 203 «О стратегии развития информационного общества в российской федерации на 2017 - 2030 годы»
21. Распоряжение Правительства РФ от 28.07.17 № 1632 «Об утверждении программы цифровая экономика РФ»
22. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.19 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации»

## REFERENCES

1. Federal Law of 26.07.17, No. 187-FZ "On the safety of the CII RF"
2. Federal Law of 21.07.11, No. 256-FZ "On the safety of fuel and energy facilities"
3. Order of the FSTEC of Russia dated 06.12.17 No. 227 "On approval of the Procedure for maintaining the register of significant objects of the CII RF"
4. Order of the FSTEC of Russia dated 11.12.17 No. 229 "On approval of the form of the inspection report drawn up following the results of state control in the field of ensuring the safety of significant facilities of the RF CII";
5. Order of the FSTEC of Russia dated December 21, 17 No. 235 "On approval of the Requirements for the creation of security systems for significant facilities of the CII RF and ensuring their functioning"
6. Order of the FSTEC of Russia dated December 22, 17 No. 236 "On approval of the form for sending information on the results of assigning a critical information infrastructure to one of the categories of significance, or on the absence of the need to assign one of such categories to it"
7. Order of the FSTEC of Russia dated 25.12.17 No. 239 "On approval of the Requirements for ensuring the security of significant objects of the critical information infrastructure of the Russian Federation"
8. Decree of the Government of the Russian Federation of 05/21/17 No. 304 "On the classification of natural and man-made emergencies"
9. Decree of the Government of 08.02.18 RF No. 127 "On approval of the Rules for categorizing objects of the RF CII, as well as the list of indicators of criteria for the significance of the RF CII objects and their values"
10. Decree of the Government of the Russian Federation No. 162 dated 02.17.18 "On approval of the Rules for the implementation of state control in the field of ensuring the safety of significant facilities of the KII RF"
11. Decree of the Government of the Russian Federation of 13.04.19 No. 452 "On Amendments to the Decree of the Government of the Russian Federation No. 127 of 08.02.18"
12. Order of the FSB of Russia No. 366 of 07.24.18 "On NKTSKI"
13. Order of the FSB of Russia No. 367 of 07.24.18 "On Approval of the List of Information Submitted to GosSOPKA" and the Procedure for Submitting Information to GosSOPKA
14. Order of the FSB of Russia No. 368 of 07.24.18 "On Approval of the Procedure for the Exchange of Information on Computer Incidents and the Procedure for Obtaining Information on the Means and Methods of Computer Attacks by CII Subjects and on Methods of Their Prevention and Detection"
15. Methodical recommendations of the Ministry of Energy / FSTEC (31.07.19 No. ЧА-8630/15 dated 26.08.19 No. 240/25/4048)
16. Okinawa Charter of the Global Information Society "(Okinawa, 22.07.2000)
17. "Declaration of principles for building an information society is a global task in the new millennium. Approved by the World Summit on the Information Society Geneva 2003 - Tunis 2005 ("Tunis Commitment")
18. Decisions of the specialized organizational structures of the World Economic Forum
19. Resolution of the Government of the Russian Federation of April 15, 2014 N 313 "On approval of the state program of the Russian Federation" Information Society (2011 - 2020)
20. Decree of the President of the Russian Federation of 05/09/17 No. 203 "On the strategy for the development of the information society in the Russian Federation for 2017 - 2030"
21. Order of the Government of the Russian Federation of July 28, 17 No. 1632 "On the approval of the digital economy program of the Russian Federation"
22. Decree of the President of the Russian Federation dated 10.10.19 No. 490 "On the development of artificial intelligence in the Russian Federation"

## IV. ПРОБЛЕМЫ И СУЖДЕНИЯ IV. PROBLEMS AND OPINIONS



С.Б. Бычков// S.V. Bychkov  
sergueibychkov@gmail.com

горный инженер, Университет  
Британской Колумбии, Ванкувер,  
Канада  
mining engineer University of British  
Columbia, Vancouver, Canada

УДК 622.86

### КРИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СТАТЬИ “ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ ОБРАЗОВАНИЯ В УГОЛЬНЫХ ПЛАСТАХ И ДЕГАЗАЦИИ МЕТАНА” [1]

### CRITICAL REVIEW OF THE ARTICLE "FUNDAMENTALS OF THE QUANTUM THEORY OF FORMATION IN COAL SEAMS AND METHANE DEGASSING" [1]

Было бы странным, если бы квантовая теория строения мира не нашла своего отражения в современном объяснении геофизических процессов и в частности объяснения механизма внезапных выбросов в шахтах. Идущие в ногу со временем геофизики признали, что без объяснения устройства микромира квантовой теорией невозможно объяснить ни внезапный выброс, ни горный удар, ни землетрясение. Но всё новое с трудом пробивает себе дорогу не только по причине инерции мышления учёных, выросших на знаниях классической физики, но и по причине узкого, поверхностного применения квантовой теории в объяснении целостной картины геофизических явлений. Некоторые учёные до сих пор не осознают, что все процессы геофизики: землетрясения, выбросы, горные удары, пучение пород, извержения вулканов и крупномасштабные обвалы имеют один механизм, фундаментом которого является закон взаимодействия электромагнитного поля и элементарного заряда на основе как корпускулярных, так и волновых свойств электрона. Именно такой узкий подход обозначен в критикуемой статье, и он, по нашему мнению, уводит решение проблемы если не в тупик, то по крайней мере в сторону от решения научной проблемы.

*It would be strange if the quantum theory of the structure of the world did not find its reflection in the modern understanding of geophysical processes and, in particular, an explanation of the mechanism of sudden emissions in mines. Keeping up with the times, geophysicists have recognized that without explaining the structure of the microworld by quantum theory, it is impossible to explain either a sudden outburst, or a rock bump, or an earthquake. But everything new makes its way with difficulty, not only because of scientists' who grew up on the knowledge of classical physics thinking inertia but also because of the narrow, superficial application of quantum theory in explaining the holistic picture of geophysical phenomena. Some scientists still do not realize that all the processes of geophysics: earthquakes, emissions, rock bumps, heaving rocks, volcanic eruptions, and large-scale collapses have one mechanism, the foundation of which is the law of interaction of an electromagnetic field and an elementary charge based on both corpuscular and wave properties of the electron. It is this narrow approach that is indicated in the criticized article, and in our opinion, it leads the problem solution if not to a dead end, then at least far away from the scientific problem.*

**Ключевые слова:** ВНЕЗАПНЫЙ ВЫБРОС, УГОЛЬ, МЕТАН, КВАНТ, ФОТОН, ЭЛЕКТРОН

**Key words:** SUDDEN OUTBURST, COAL, METHANE, QUANTUM, PHOTON, ELECTRON

#### Теоретическая часть

Первое, что хотелось бы отметить, это явные проблемы у авторов статьи с выражением мыслей на бумаге. Уже, читая название статьи: “Основы квантовой теории

образования в угольных пластах и дегазации метана” возникает удивление: как такое название пропустила редакция? Люди, не владеющие горными и геофизическими знаниями, никогда не поймут, что хотели сказать авторы своим за-

головком, а остальным читателям пришлось об этом только догадываться. Такое ощущение, что это не оригинальная статья, а механический перевод текста с иностранного языка. Досадная оплошность? Нет! Следом за названием первое же предложение ещё больше убеждает нас в этом: *"В последние годы значительно уменьшилось число катастрофических аварий из-за отсутствия знаний о природных процессах в угольных пластах"*. После этого мы уже не удивляемся тому, что поясняющие статью рисунки не соответствуют тексту. Естественно, такое пренебрежение к Слову снижает интерес к печатному материалу. А тема-то животрепещущая, ибо выбросы как происходили, так и происходят, унося жизни людей по всему свету.

Оставим в стороне внешние недочёты и перейдём к сути научной мысли авторов статьи. То, что для решения проблем внезапных выбросов не обойтись без квантовой механики, мы уже уяснили. Это наглядно показали столетия изучения нерешаемой никак проблемы внезапных выбросов с точки зрения классической физики. Будь иначе, то такие корифеи горного дела как В.В.Ходот, И.М.Петухов или другие учёные прошлого столетия легко решили бы эту проблему. В аннотации авторы так заявляют о цели своей работы: *"В современных условиях метаносность и выбросоопасность необходимо изучать с позиций квантовой механики, основой которой являются фундаментальные электронно-волновые законы образования и переноса внутренней тепловой энергии в молекулярных структурах природных объектов"*. Из этой фразы становится ясно, что достигнуть своей цели авторы статьи никогда не смогут, ибо, декларируя приверженность к квантовой модели, они сразу же свернули на тропинку классической физики, что доказывает упоминание ими метаносности и тепловой энергии. Хочется спросить уважаемых авторов: а разве внезапные выбросы с участием других газов помимо газа метана нигде не случались? Случались! Общеизвестно, что помимо различных углеводородных газов в выбросах принимали участие другие газы и даже такие редкие, как аргон и гелий. Возникает закономерный вопрос к авторам статьи: причём здесь метан, который помещён во главу угла излагаемой гипотезы? Причём здесь упомянутая авторами ниже по тексту *"макромолекулярная структура органической части угольных пластов в которой к ароматическим кольцам молекул прикреплены химическими связями бахромы в виде молекул целлюлозы, жиров и восков"*? Причём здесь вообще уголь и

его органические составляющие, если мы знаем, что извергаться из горного массива может не только он, но и любые другие породы. Природа не раз нам это наглядно демонстрировала. К примеру, при проходке Арпа-Севанского тоннеля. Или внезапные катастрофические обвалы-выбросы пород в горах, которые показаны в работах [2, 3] на примерах Усойского и Кариухохского обвалов-выбросов. И ещё о метане. Хорошо известно, что природа происхождения метана до сих пор не раскрыта [4]. В научных кругах преобладают две версии происхождения газа  $CH_4$  – биогенная и абиогенная. Как мы видим, авторы статьи привержены первой версии, которая основана на предположении, что образование  $CH_4$  произошло в результате биохимических процессов разложения растительного вещества и метаносность угля зависит от степени метаморфизма. Вторая версия основана на предположении, что в процессе дегазации ядра и мантии потоки не только метана, но и других газов сорбировались породами в виде твёрдого раствора в кристаллических решётках атомов или находятся в свободном состоянии в трещинах и порах пород. Судя по тому факту, что при выбросах отмечают не только метан, но и другие газы, биогенная версия авторов не выдерживает критики. Никто не спорит, что львиная доля выбросов происходит в подземных угольных шахтах с участием метана, но это совсем не значит, что уголь и метан имеют прямое отношение к механизму выброса. Именно на метан и уголь как на решающие факторы внезапных выбросов уповали учёные прошлого, (В.В.Ходот и И.М.Петухов) и в результате потерпели полное фиаско, так и не создав правдоподобную теорию выбросов пород и газа. А тот факт, что внезапные выбросы чаще всего происходят в угольных шахтах, имеет логическое объяснение: в момент масштабных выемок угля при подземных работах происходят значительные и резкие изменения горного давления, что хорошо согласуется с квантовой моделью испускания фотонов при изменении давления. Из сказанного следует неутешительное для авторов заключение; метан никаким образом не влияет на механизм выброса и, следовательно, не может быть частью изложенной теории. Нам могут возразить, что огромное количество выделенных массивом газов почти всегда сопровождают внезапные выбросы, и этот факт требует объяснения. Да, это так, но извергаемые породами земной коры газы являются просто побочным эффектом газодинамического события. Механизм образования газов описан в работах [5] и

объяснён цепными химическими реакциями [6] при участии свободных радикалов и высокоэнергетических молекул, которые образуются в породах массива в момент перехода электронов с одной стационарной орбиты на другую. Появление в момент выброса бешеной муки является косвенным доказательством реальности такого процесса. Понимая, что механизм внезапного выброса должен быть обеспечен соответствующей энергией, большую часть своей теории авторы посвятили тепловой энергии, образующейся в молекулярных структурах за счёт квантовых процессов, и за счёт которой, по их идеи, происходит разрушение химических связей и дегазация угольного пласта. Вот их фраза: *"В теле пласта атомы также постоянно испускают и поглощают электромагнитные волны, поддерживая положительную температуру. Если величина поглощаемого фотона атомом превышает химическую или ван-дер-ваальсовую связь, то атом отсоединяется от другого"*. Из этой фразы можно заключить, что атомы горного массива непрерывно накачивают сами себя тепловой энергией??? Вы не находите, что у авторов получилось подобие вечного двигателя? Мы думаем, что авторы статьи не разобрались с постулатами Нильса Бора [7], которые гласят: 1. Атомы и атомные системы могут длительно пребывать только в определенных состояниях — стационарных состояниях, — в которых, несмотря на происходящие в них движения заряженных частиц, они не излучают и не поглощают энергию. В этих состояниях атомные системы обладают энергиями, образующими дискретный ряд:  $E_1, E_2, \dots, E_n$ . Всякое изменение энергии в результате поглощения или испускания электромагнитного излучения может происходить только при полном переходе (скачком) из одного стационарного состояния в другое стационарное состояние. 2. При переходе из одного стационарного состояния в другое атомы испускают или поглощают излучение только строго определенной частоты. Постулаты Н.Бора были подтверждены учёными опытным путём [8], следовательно, мы можем уверенно утверждать, что атом, электроны которого находятся на стационарных орбитах, не излучает фотонов, а это значит, что электромагнитные волны, постоянно поддерживающие положительную температуру пласта, в этот момент ещё не существуют, ибо процесс испускания квантов энергии возможен только при снижении горного давления и смене электроном орбиты. И то не всегда, а только при превышении энергии первого критического потенциала [9]. К тому же, создаётся впечатление,

что авторы незнакомы с геотермическим градиентом и геотермической ступенью и им неведомо, что их колебания могут составлять большую величину [10]. Хорошим примером служит факт распространения вечной мерзлоты до глубины 300 метров. Если же принять точку зрения авторов статьи, то вечной мерзлоты в принципе существовать не должно. И ещё про энергию в статье: *"Молекулы и атомы обладают потенциальной и кинетической энергией. Потенциальная энергия сосредоточена в протоне атома"* После этой фразы возникает подозрение, что авторы не до конца разобрались с классической физикой, ибо в данном случае необходимо говорить не о тепловой энергии элементарного горного массива, а об его внутренней энергии, в которую она трансформируется. К примеру, тепловая энергия может трансформироваться в увеличение частоты колебаний атомов, увеличение скорости электронов, в изменение расстояния между молекулами, в деформацию кристаллической решётки, изменение химического состава и т.д. Говоря же о потенциальной энергии системы, которая по утверждению авторов, сосредоточена в протонах атома, хотелось бы узнать: а о каком виде потенциальной энергии идёт речь? О гравитационной, упругой, химической, ядерной или электростатической энергиях? Видимо, если авторы упомянули протоны как центр сосредоточения энергии, то они имели в виду массу протона, которая в 1836 раз больше массы электрона и исходя из формулы  $E_p = mgh$ , где  $E_p$  — потенциальная энергия,  $m$  — масса,  $g$  — ускорение свободного падения,  $h$  — положения центра масс, потенциальная энергия прямо пропорционально зависит от количества протонов. Но при чём здесь квантовая физика, которая рассматривает микромир, а не массивные тела и системы классической физики? Потенциальная энергия в первую очередь обусловлена взаимодействием тел и их взаимным расположением относительно друг друга в силовых полях, и при квантовых процессах мы можем говорить только о сумме химической, электростатической и механической потенциальных энергий, ибо её гравитационная часть ничтожна. Как мы видим, в статье полная неразбериха физических понятий и не удивительно, что в конце статьи высказана такая идея авторов: *"Внутренняя энергия электромагнитных излучений зависит от горного давления и увеличивается с глубиной погружения пласта"*. И опять досадная ошибка, ибо, говоря о количественной характеристике элементарного горного массива мы можем говорить не

об энергии электромагнитного излучения, а только о потенциальной энергии атомов данного массива. Внутренняя энергия электромагнитных излучений не появится, пока электроны не перейдут на более низкий уровень, а вопрос, когда они соизволят перейти на более низкий уровень, может оставаться открытым многие миллионы лет, что и отражает девственное состояние 99.99...9 %% пород литосферы. То есть, вероятнее всего излучение квантов может никогда не случиться, а вот потенциальная энергия молекул любого элементарного горного массива всегда имеется в запасе, и именно она, как наконец-то единственный раз правильно заметили авторы, увеличивается с глубиной залегания пород, ибо с увеличением давления атомы с удовольствием поглощают фотоны. Но далее авторы опять начинают чудить: *"Увеличится давление в угольном пласте, снизится вероятность внезапного выброса и интенсивность выделения метана в горную выработку"*. Как же так? Давление увеличится, следовательно, согласно постулатам Бора энергия элементарного горного массива возрастёт, а вероятность выброса снизится? Нонсенс! Авторы! А как быть с фактом того, что частота выбросов увеличивается с глубиной разработки? И ещё: на каком основании авторы утверждают, что при увеличении давления интенсивность выделения метана в выработку снизится? Очередной нонсенс.

#### Заключение

Представленная авторами статья соткана из разрозненных знаний физики и горного дела, которые изложены не совсем корректно с точки зрения как классической, так и с точки зре-

ния квантовой физики и применительно к теме внезапных выбросов статья, к сожалению, не несёт ничего нового, познавательного и достойного нашего внимания. Если вы откроете статью -близнец этих же авторов за тот же 2019 год: *"Взрывы и выбросы метана: Квантовая теория метаносности, выбросоопасности и дегазации угольных пластов"* [11], то результат будет тот же. Чем объяснить досадные неточности допущенные авторами в статье, остаётся только гадать. Может быть, тем, что мы все не понимаем квантовые процессы настолько хорошо, как нам хотелось бы? Это совершенно естественно, потому что на современном этапе развития весь практический и научный опыт человека потрачен на изучение крупных тел, объектов и систем. К примеру, мы с большой точностью можем вычислить, как изменится энергия объекта, например самолёта и что будет с ним в любую секунду его движения в любой точке мёртвой петли. Но вот, как изменится энергия одного единственного атома при смене конфигурации его орбиталей в возникшем силовой поле, можем пока только гадать. Тем не менее признание учёными и в частности авторами указанных статей того, что внезапные выбросы и взрывы газа подчиняются не только законам классической физики, но и квантовым законам, уже большой шаг вперёд в развитии горного дела и вопросов безопасной работы угольных шахт. Хочется верить, что совсем скоро кто-то их горных инженеров построит полновесную теорию всех геофизических процессов и газодинамических явлений на основе законов квантовой и классической физики.

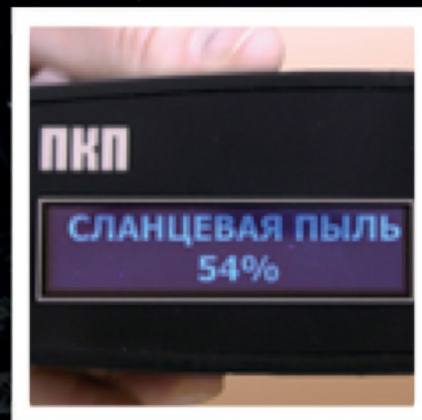
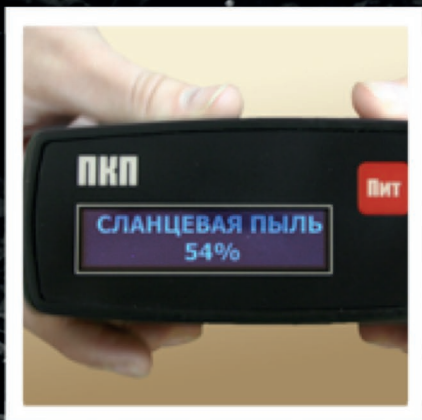
#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колесниченко И.Е, Артемьев В.Б, Колесниченко У.А, Любомищенко Е.И. Основы квантовой теории образования в угольных пластах и дегазации метана. Журнал Горная промышленность. № 2, 2019
2. Васьков И.М. Крупномасштабные обвалы. Геодинамика и прогноз. Владивокваказ. 2019 [http://www.skgmi-gtu.ru/Portals/0/\\_Monographs/2266-%D0%BC.pdf?ver=2019-02-13-162736-707](http://www.skgmi-gtu.ru/Portals/0/_Monographs/2266-%D0%BC.pdf?ver=2019-02-13-162736-707)
3. Бычков С.В. Крупномасштабные обвалы как геофизический процесс горного удара и внезапного выброса пород и газа. Журнал Вестник. №2.2020 стр.81 <https://ind-saf.ru/uploads/s/8/q/z/8qzyiirouzvn/img/autocrop/91c01120a5457ba3411e45d68c1c3d59.jpg>
4. Ульянова В.У, Молчанов А.Н, Бурчак А.В. и др., Влияние микроструктуры угольного вещества на метаносность. Физико-технические проблемы горного производства 2013, вып.16 <http://dspace.nbuu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/108265/06-Ulyanova.pdf?sequence=1>
5. Бычков С.В. Химические реакции в процессе землетрясений. Взрыв пород горного массива как источник толчков, внезапных выбросов и горных ударов. Журнал Вестник 2016, №4. <https://cyberleninka.ru/article/n/himicheskie-reaktsii-v-protse-ze-zemletryaseni-vzryv-porod-gornogo-massiva-kak-istochnik-tolchkov-vnezapnyh-vybrosov-i-gornyh-udarov>
6. Семёнов Н.Н. Цепные реакции. Москва, Наука, 1986
7. Постулаты Н.Бора и его модель атома. <https://byjus.com/chemistry/bohrrs-model/>
8. Эксперимент Франка-Герца <http://www.dartmouth.edu/~physics/labs/descriptions/franck.hertz.critical.potentials/franck.hertz.critical.potential.writeup.pdf>
9. [https://phys.bspu.by/static/um/phys/kvant/5razd/new5\\_4.pdf](https://phys.bspu.by/static/um/phys/kvant/5razd/new5_4.pdf)
10. Дегтярёв К. Тепло Земли. Наука и Жизнь, 08.2020. <https://www.nkj.ru/archive/articles/23110/#:~:text=%D0%92%D1%81%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D0%B5%D0%BC%20%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0%20%D1%81%20%D0%B3%D0%BB%D1%83%D0%B1%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B9,%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D1%88%D0%B0%D0%B5%D1%82%D1%81%D1%8F%20%D0%BD%D0%B0%201%D0%BE%D0%A1.>

11. Колесниченко И.Е., Артемьев В.Б., Колесниченко У.А., Любомищенко Е.И. Взрывы и выбросы метана: квантовая теория метаносности, выбросоопасности и дегазации угольных пластов. Горная промышленность №4. 2019

## REFERENCES

1. Kolesnichenko, I.Ye., Artemiev, V.B., Kolesnichenko, U.A., & Liubomishchenko, Ye.I. (2019). Osnovy kvantovoy teorii obrazovaniya v ugol'nykh plastakh i degazatsii metana [Fundamentals of the quantum theory of formation in coal seams and methane degassing]. Gornaia Promyshlennost – Mining Industry, 2 [in Russian].
2. Vaskov, I.M. (2019). Krupnomasshtabnyye obvaly. Geodinamika i prognoz. Vladivokavkaz [Large scale landslides. Geodynamics and forecast. Vladivokavkaz]. Retrieved from: [http://www.skgmi-gtu.ru/Portals/0/\\_Monographs/2266-%D0%BC.pdf?ver=2019-02-13-162736-707](http://www.skgmi-gtu.ru/Portals/0/_Monographs/2266-%D0%BC.pdf?ver=2019-02-13-162736-707) [in Russian].
3. Bychkov, S.V. (2020). Krupnomasshtabnyye obvaly kak geofizicheskiy protsess gornogo udara i vnezapnogo vybrosa porod i gaza [Large-scale rock falls as a geophysical process of rock bump and sudden outburst of rocks and gas]. Vestnik – Herald, 2, 81 [in Russian].
4. Ulianova, V.U., Molchanov, A.N., Burchak, A.V., et al. (2013). Vliyaniye mikrostrukturnykh ugotnogo veshchestva na metanonosnost' [Coal substance microstructure influence on methane content]. Fiziko-tehnicheskiye problemy gornogo proizvodstva - Physical and technical problems of mining, Issue 16 [in Russian].
5. Bychkov, S.V. (2016). Khimicheskiye reaktsii v protsesse zemletryaseniy. Vzryv porod gornogo massiva kak istochnik tolchkov, vnezapnykh vybrosov i gornyykh udarov [Chemical reactions during earthquakes. Explosion of rock mass as a source of tremors, sudden outbursts and rock bumps]. Vestnik – Herald, 4 [in Russian].
6. Semenov, N.N. (1986). Tsepnyye reaktsii [Chain reactions]. Moscow: Nauka [in Russian].
7. Postulaty N. Bora I ego model atoma [Postulates of Bohr's Model of an Atom]. Retrieved from: <https://byjus.com/chemistry/bohrs-model/> [in English].
8. Eksperiment Franka-Gertsya [Frank-Hertz experiment]. Retrieved from: <http://www.dartmouth.edu/~physics/labs/descriptions/franck.hertz.critical.potentials/franck.hertz.critical.potential.writeup.pdf> [in English].
9. [https://phys.bspu.by/static/um/phys/kvant/5razd/new5\\_4.pdf](https://phys.bspu.by/static/um/phys/kvant/5razd/new5_4.pdf)
10. Degtiarev, K. (2020) Teplo Zemli [Heat of the Earth]. Nauka I Zhizn – Science and Life, 8 [in Russian].
11. Kolesnichenko, I.Ye., Artemiev, V.B., Kolesnichenko, U.A., & Liubomishchenko, Ye.I. (2019). Vzryvy i vybrosy metana: kvantovaya teoriya metanosnosti, vybrosopasnosti i degazatsii ugotn'nykh plastov [Methane explosions and outbursts: the quantum theory of methane content, outburst hazard and coal seams' degassing]. Gornaia Promyshlennost – Mining Industry, 4 [in Russian].



ООО "Горный-ЦОТ"  
indsafe.ru

**ПКП**

ПРИБОР КОНТРОЛЯ ПЫЛЕВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК





■ С.Б. Бычков// S.V. Bychkov  
sergueibychkov@gmail.com

горный инженер, Университет  
Британской Колумбии, Ванкувер,  
Канада  
mining engineer University of British  
Columbia, Vancouver, Canada

УДК 550.3

## СОВРЕМЕННАЯ ГЕОФИЗИКА ГЛАЗАМИ АВТОЛЮБИТЕЛЯ MODERN SEISMOLOGY THROUGH THE EYES OF A MOTORIST

Мы искренне верим, что если бы мистер Рейд знал, что Индостанская тектоническая плита сжимается в сутки на 10 микрон, то он никогда бы не презентовал научному сообществу свою теорию Упругая отдача [1], ибо величина в 10 микрон ярко высвечивает невозможность аккумуляции породами земной коры энергии упругих деформаций достаточных для подвижек тектонических плит и блоков. Приведённая цифра окончательно отвергает теорию мистера Рейда, которая и без этого представляет собой эскизный набросок процесса без строгого научного обоснования. Многие геофизики [2] констатируют ошибочность теории Рейда, но учёные старой школы активно и агрессивно сопротивляются любым попыткам вывести сейсмологию из тупика "Упругих фантазий". Именно для таких сторонников гипотезы мистера Рейда в статье описана физика и механика процесса образования упругих сил в земной коре через опыт автолюбителя, который в силу заблуждений о прочности и упругости минералов и пород, схожими с заблуждениями сторонников Рейда, заменил на своем автомобиле резиновые покрышки на шины из гранита, надеясь на комфортабельную езду и безлимитный пробег покрышек. В статье приведены фундаментальные законы физики, которые нарушены мистером Рейдом при разработке гипотезы Упругая отдача и выполнен математический расчёт, легко подтверждающий ложность вывода сторонников Рейда о возможности возникновения и аккумуляции значительных сил упругих деформаций в породах горного массива. Может быть общеизвестная цифра в 10 микрон, приведенный расчёт сил упругости и наш простой пример с эксплуатацией гранитных покрышек наконец-то поможет сторонникам Рейда понять, что силы упругости в процессе землетрясений играют второстепенную роль. В противном случае сейсмология, как столетие сотрясали воздух пустыми идеями, высасывая при этом из бюджетов стран народные средства, так и будет транжирить деньги налогоплательщиков на свои "упругие" химеры без какой-либо пользы для человечества.

*We sincerely believe that if Mr. Reid knew that the Hindustan tectonic plate is compressed by 10 microns per day, he would never have presented his theory of Elastic Recoil [1] to the scientific community, because the value of 10 microns clearly highlights the impossibility of accumulation by the rocks of the earth's crust energy of elastic deformation sufficient for the movement of tectonic plates and blocks. The given figure finally rejects the theory of Mr. Reid, which, even without it, is a sketchy sketch of the process without strict scientific justification. Many geophysicists [2] state that Reid's theory is erroneous, but scientists of the old school actively and aggressively resist any attempts to bring seismology out of the dead end of Elastic Fantasies. It is for such supporters of Mr. Reid's hypothesis that the article describes the physics and mechanics of the process of the formation of elastic forces in the earth's crust through the experience of a motorist who, due to misconceptions about the strength and elasticity of minerals and rocks, similar to those of Reid's supporters, replaced rubber tires on his car with tires made of granite, hoping for a comfortable ride and unlimited tire mileage. The article presents the fundamental laws of physics that were violated by Mr. Reid when developing the Elastic Recoil hypothesis and performed a mathematical calculation that easily confirms the falseness of the conclusion of Reid's supporters about the possibility of the occurrence and accumulation of significant elastic deformation forces in the rocks of the rock mass. Maybe the well-known figure of 10 microns, the above calculation of the elastic forces and our simple example of the operation of granite covers will finally help Reid supporters understand that elastic forces play a secondary role during earthquakes. Otherwise, seismology, as a century shook the air with empty ideas, while sucking people's funds from the budgets of countries, and will squander taxpayers' money on their "elastic" chimeras without any benefit to humanity.*

**Ключевые слова:** ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ, СИЛЫ УПРУГОСТИ, ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ПЛИТА, УПРУГАЯ ОТДАЧА.

**Key words:** EARTHQUAKE, ELASTIC FORCES, TECTONIC PLATE, ELASTIC REBOUND.

**Т**еория землетрясений господина Рейда, разработанная более 100 лет назад преподносит процесс землетрясения, как примитивную силу упругой деформации, действующую между тектоническими плитами и блоками, зажатыми в тиски объёмного давления окружающих пород. При этом абсолютно игнорируются законы термодинамики, в частности нарушаются основные физические постулаты: минимума энергии систем [3], принцип Ле Шателье – Брауна [4], законы упругой деформации тел, в частности принцип Сен-Венана [5] и вместе с этим не учитываются экстремальные условия, в которых пребывают недра земли на глубине сотен километров. Здесь следует подчеркнуть, что речь идёт не о линейных параметрах породных блоков измеряемых в сантиметрах и даже метрах и их энергетических состояниях измеряемых одним-двумя Джоулями, в долях градусов и Паскалей, речь идёт о тектонических плитах с физическими размерами в тысячи километров прибывающих под давлением в десятки и сотни тысяч атмосфер и разбросом температур в тысячи градусов. Физические величины элементов составляющих поле землетрясения не просто огромные, они гигантские и любое мизерное изменение любого параметра тысячекратно отзывается на физическом, химическом и энергетическом состоянии горного массива, но эти изменения не принимаются во внимание в Упругой отдаче. Кроме того, в Упругой отдаче не учитываются специфические физико-химические состояния расплавленных, полу расплавленных и просто раскалённых породных блоков пропитанных различными газами, водными флюидами и прочими магматическими расплавами и не берутся во внимание их миграционные возможности в недрах Земли. Не учитывается многообразие элементов и минералов земной коры и мантии, их молекулярный состав, энергии атомных связей, электромагнитные свойства и химические реакции пород образующих нашу планету. Теория Упругая отдача игнорирует факт, что в результате различных фазовых переходов и резкого изменения давления от сотен тысяч атмосфер и до нуля породы в любой момент времени, в любую секунду могут изменить свои физико-химические свойства: мгновенно разрушиться, расплавиться, затвердеть, увеличиться в объёме, сжаться, изменить молекулярную структуру (графит-алмаз) и т.д. Приведённые примеры и чудовищные уровни энергии, реализуемые породным массивом при землетрясениях, а также резкий и внезапный характер ее выделения заставляют предположить, что

первоисточник подземных толчков связан не столько с механическими перемещениями породных блоков в недрах Земли, сколько с силами межмолекулярных связей. Общеизвестно, что сейсмическая энергия, выделяемая при землетрясении М8 равна эквиваленту подземного ядерного взрыва мощностью в 1 гигатонн ТНТ. Такой выброс энергии равен одновременному взрыву тысяч водородных бомб. Очевидно, что при максимальной прочности земных пород равной 400-600 МПа накопить и в течение короткого периода времени выделить мегатонный уровень мощности через упругие деформации породный массив физически неспособен, ибо в таком случае произойдёт полная сублимация пород очага землетрясения, и она разложится на составляющие молекулы задолго до достижения такого уровня энергии. Можно продолжать перечислять несуразность упругих измышлений, хотя одного-двух приведённых выше научных фактов в любом научном обществе хватило бы, чтобы забыть о теории Упругая отдача, как о псевдо теории, но она продолжает бодро уживаться в обществе сейсмологов, которые напрасно тратят на её защиту деньги налогоплательщиков. Очевидно, что теория Рейда породила огромную инерцию мышления геофизического сообщества заикнувшую на упругих деформациях и эта “научная” инерция агрессивно подавляет в зародыше любые альтернативные гипотезы. Не потому ли любой маломальский вопрос из области сейсмологии (например, вопрос прогноза землетрясений) беспомощно повисает в воздухе, а учёные печально вздыхают, обречённо разводят руками и стыдливо отводят взгляды? Нам могут возразить, что помимо Упругой отдачи ученые разработали несколько других гипотез, объясняющих процесс землетрясения. К сожалению, это просто неуклюжая попытка ввести общество в заблуждение, ибо все эти, так называемые новые гипотезы, используют один и тот же фундамент, заложенный мистером Рейдом в своей Упругой отдаче, а именно мистическое и длительное накопление энергии землетрясения в результате деформационных сил горного массива. Создаётся стойкое впечатление, что некоторые учёные впали в “упругий гипноз” и не понимают, что с развитием альтернативных направлений поиска энергии землетрясений, теория господина Рейда представляла бы уже не геофизическую головоломку замкнутой на силах упругих деформаций пород горного массива с неизвестным и загадочным источником возбуждения, а частью более глубокого, сложного и грозного процесса, интенсивно воздействующе-



го ударными волнами на ослабленные зоны земной коры по разломам и границам тектонических плит и блоков. Сейсмологи словно не видят, что природа подталкивает их к пониманию простого факта, что процесс землетрясений развивается в соответствии с хорошо известным физическим постулатом – любое движение любой материи происходит по пути наименьшего сопротивления с максимумом работы и минимумом затрат. По-другому пути физические и химические процессы просто не могут идти, а кто утверждает обратное, тот мягко говоря, вводит нас в заблуждение! Именно подвижку тектонических плит от вдоль разлома Сан-Андреас в 1906 году господин Рейд ошибочно интерпретировал как источник землетрясения, разрушившего город Сан-Франциско. Произошла элементарная подмена понятий: причина и следствие. В действительности, разлом оказался природным инструментом, так сказать своеобразным громоотводом, или путём наименьшего сопротивления для прохождения в недрах Земли возникшего энергетического импульса, а город Сан-Франциско случайно попал в зону извержения внутренней энергии недр планеты. Говоря ещё проще, это не смещение пород вдоль разлома (следствие) вызвало катастрофическое землетрясение, а наоборот, землетрясение (причина) вызвало перемещение плит относительно друг друга. Таким естественным для неё способом природа в соответствии с постулатом Минимума Энергии любой системы выровняла энергетический дисбаланс, возникший в результате различных физико-химических процессов в недрах Земли. Существует много других примеров ошибочности теории Рейда, но любые цифры, любые расчёты и любые физические законы и постулаты отвергаются защитниками Упругой отдачи без предоставления сколь-

нибудь внушающих доверие доказательств. Они просто говорят, что теория верна, потому, что верна! Догма! Однажды, рецензент одной нашей работы по сейсмологии “зарубил” её на том основании, что “гранит и базальт обладают хорошими упругими свойствами, что подтверждает правильность теории Упругая отдача!” А кто против? Мы полностью согласны с наличием у пород упругих свойств и подтверждаем - у любого тела есть упругие свойства, только вопрос заключается не в их наличии или отсутствии, а в физических процессах их образования, аккумуляции и релаксации. Маленький пример. Мало сказать, что сила гравитации существует (также как сила упругости). Это очевидно. Но, чтобы предсказать её воздействие на предмет(ы) или процесс необходимо учитывать физические законы и свойства гравитационного поля! Известно, что для земного шара величина силы тяготения Солнца почти в 200 раз больше, чем сила тяготения Луны, но приливные силы, порождаемые Луной, вдвое (!!!) больше порождаемых Солнцем. Казалось бы, что это вопиющий нонсенс и исходя из простой математики такого просто не может быть и приливные силы Солнца должны быть в 200 раз больше лунных! Но, если мы знаем физику, то для нас не будет большого секрета, что это происходит из-за того, что приливные силы зависят не от величины гравитационного поля, как от степени его неоднородности. А, если вспомнить из институтского курса физики, что упругие силы - это проявление сил электромагнитного поля и связать воздействие этого поля с неоднородностью, то мы поймём принцип Сен-Венана и тогда легко объясним ничтожность или даже полное отсутствие упругих сил в тектонической плите на даже незначительном удалении от места деформации плиты. Чтобы любой

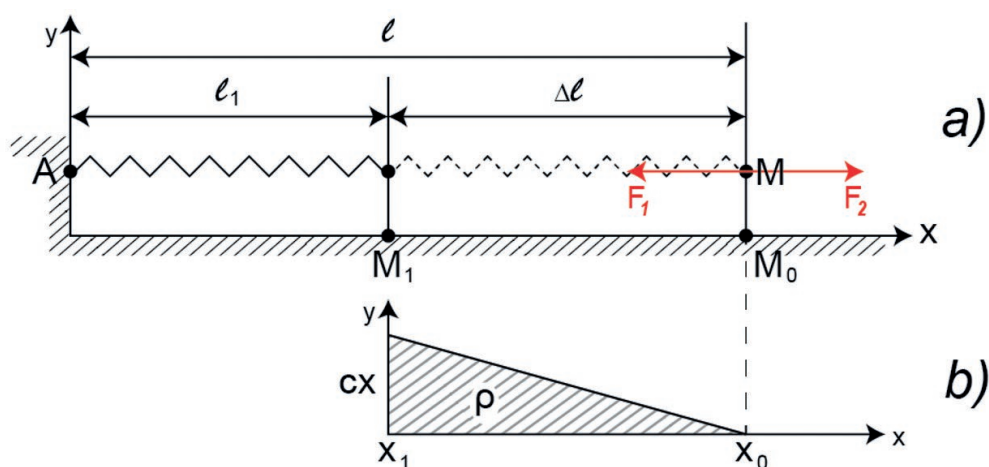


Рисунок 1 a, b Упругие силы тектонической плиты на примере работы пружины.  
Figure 1a, b Elastic forces of a tectonic plate using the example of spring operation.

сторонник мистера Рейда задумался над этим, мы советуем ему поставить на свой автомобиль колёса с шинами из гранита и попробовать проехать несколько километров. Согласно сторонникам гипотезы мистера Рейда обладая упругими свойствами и высокими прочностными показателями, шинам из гранита не будет износа!? Раз поставил гранитовые шины на свой автомобиль и забыл о них навсегда! Отлично!? Нет! Практика показывает всю авантюристичность такого решения и люди, несмотря на кажущиеся преимущества шин из жестких материалов никогда не используют шины из гранита, ни из другого жесткого материала. У нас возникло подозрение, что некоторые сейсмологи, просто напросто не понимают сути упругих деформаций и поэтому так упорно цепляются на теорию Рейда, сводя образование энергии землетрясений к законам механики!? Объяснением упругих свойств пород через эксплуатацию автомобильных шин стало идеей этой статьи.

### Теоретическая часть

Теория упругости гласит: - чтобы у тела появились упругие свойства от действия деформирующей силы, он должен (обязан) изменить форму или размер. Рассмотрим образование и расчёт упругих сил тектонической плиты на примере работы пружины, рис.1

По закону Гука величина упругой силы пропорциональна удлинению пружины  $\Delta l = l - l_0$ . Так как в нашем случае  $\Delta l = x$ , то по модулю  $\Delta F = c|\Delta l| = |cx|$ , где  $c$  - коэффициент жесткости пружины,  $F_1$  - сжимающая сила,  $F_2$  - возникающая сила упругости.

Найдем работу, совершаемую силой упругости при перемещении груза из положения  $M_0(x_0)$  в положение  $M_1(x_1)$ . Так как в данном случае  $F_x = F = cx$ ,  $F_y = F_z = 0$ , то получим:

$$A = \int_{M_0}^{M_1} cx \cdot dx = \int_{x_0}^{x_1} cx dx = \frac{c}{2} (x_1^2 - x_0^2)$$

Этот же результат мы получим, вычисляя площадь  $\rho$  заштрихованной на рис.1b фигуры и учитывая знак работы. В полученной формуле  $x_0$  представляет собою начальное положение пружины  $l_0$ , а  $x_1$  конечное положение пружины  $\Delta l$ . Следовательно,

$$A_{(MOMI)} = c : 2 [(\Delta l_{start})^2 - (\Delta l_{end})^2].$$

В нашем случае уравнение будет выглядеть как:

$$A_{(MOMI)} = c : 2 \times [(l)^2 - (l_0)^2] \text{ Дж.} \quad (1)$$

Работа будет положительной, когда  $\Delta l_{start} \geq \Delta l_{end}$ .

Следовательно, работа силы упругости равна половине произведения коэффициента

жесткости на разность квадратов начального и конечного удлинений (или сжатий) пружины. Таким образом, работа силы  $F_{упр}$  зависит только от начальных и конечных размеров пружины. Естественно, исходя из того, что тектоническая плита имеет три размера, вместо длины плиты мы будем использовать её объём. Следовательно, формула (1) преобразится:

$$A_{(MOMI)} = c : 2 \times [(V)^2 - (V_0)^2] \text{ Дж,} \quad (2)$$

где  $V$  - начальный объём плиты,  $V_0$  - конечный объём,  $c$  - коэффициент жёсткости плиты

Таким образом, работа силы  $F_{упр}$  зависит только от начальных и конечных объёмов упругого тела.

Исходя из полученного определения, рассмотрим два случая:

1. Наезд автомобиля с обыкновенной резиновой шиной на гранитный булыжник.
2. Наезд автомобиля с шиной из гранита на гранитный булыжник.

В первом случае обыкновенная шина изменит форму и размер (объём), смявшись до какого-то конечного объёма  $V_0$ . Величина разности начального и конечного объёма шины и будет силой упругости, которая, согласно законам термодинамики вернёт форму шины к первоначальному размеру, как только колесо съедет с гранитного булыжника. В гранитном булыжнике также возникнут силы упругости, но булыжник если и изменит свои размеры и форму, то это изменение будет сравнимо с размером нескольких молекул, то есть разность объёмов  $[(V)^2 - (V_0)^2] \rightarrow 0$  будет стремиться к нулю, следовательно силы упругости, возникшие в булыжнике, составят ничтожную величину, сравнимую с энергией нескольких молекул гранита. За счёт работы сил упругости автомобильной шины транспортное средство не испытает большой ударной нагрузки при наезде на гранитный булыжник.

Во втором случае, при наезде автомобиля с гранитной шиной на гранитный булыжник произойдёт динамический удар, так как ни гранитная шина, ни гранитный булыжник не изменят свои формы и размеры  $[(V)^2 - (V_0)^2] \rightarrow 0$  и в них не возникнут сколь-нибудь значимые силы упругости. При увеличении нагрузки (например, если многократно увеличить массу автомобиля) произойдёт разрушение зёрен гранитной шины и гранитного булыжника вместе их контакта. Это произойдёт вследствие большой жёсткости гранита (модуль Юнга  $E = 35 - 50 \text{ ГПа}$ ) и хорошо известного и важного принципа Сен-Венана, который, даже не упомянут в теории мистера Рейда. Этот принцип гласит: - "На расстояние больше максимального линейного размера зоны приложения нагрузки

неравномерность распределения напряжения и деформации оказываются пренебрежительно малыми". Проще говоря, при столкновении тектонических плит их контактирующие торцы будут представлять собой неровные поверхности, разбитые на бесчисленные участки с различными по модулям и хаотично направленными векторами сил упругих деформаций и которые, в большинстве своём, будут компенсировать друг друга. При этом следует подчеркнуть, что породы земной коры всегда анизотропные и содержат великое множество пор, флюидов, трещин, разломов делящих тектонические плиты на обособленные блоки, пласты, участки, что существенно усиливает эффект дробления и релаксации деформационных сил. То есть, единой и могучей силы упругой деформации при столкновении гранитной шины и гранитного булыжника (тектонических плит), как учит нас теория мистера Рейда, не получится, а получится система разнонаправленных деформационных сил. Ради справедливости мы должны отметить, что строгого доказательства принципа Сен-Венана нет, однако он легко подтверждается экспериментально, численными методами решения задач и строгими аналитическими решениями частных случаев. Теперь необходимо сказать и о таком архиважном параметре закона упругости - о времени нагружения образца, ибо этот параметр оказывает не просто существенное, а гигантское влияние на проявление свойств пластичности и хрупкости. Известно, что при высокой скорости нагружения резко проявляется свойство хрупкости, а при медленной — свойство пластичности. Например, хрупкое стекло способно при длительном воздействии нагрузки даже при комнатной температуре проявлять - текучесть, а горные породы - ползучесть. Ползучесть присуща всем твёрдым телам, как кристаллическим, так и аморфным, подвергнутым любому виду нагружения и возможно при различных температурах. Из этого можно сделать вывод о том, что при длительных нагрузках с периодами времени в десятки, сотни и тысячи лет хрупкие породы тектонических плит будут проявлять не упругие свойства, а свойства ползучести, то есть упругие деформации плавно перейдут в пластические, и со временем будут только нарастать, вплоть до взрывного разрушения. Кстати, это, хорошо, подтверждено такими геологическими проявлениями, как различные складки породных пластов, различными синклиналями, холмобразованием, пучением пород в шахтах, вспучиванием конусов вулканов. Ярким примером ползучести горных пород при возникновении де-

формаций и повышении температуры является взрыв вулкана Сент – Хеленс в 1980 году [6] или взрыв вулкана Безымянный 1956 года [7]. Возвращаясь к нашему примеру с гранитной шиной, это будет означать, что при длительном воздействии гранитной шины на булыжник он и она со временем превратятся в один размазанный по дороге блин. Следующий важный параметр, которому не оказалось места в теории Упругой отдачи является температура пород тектонических плит, ибо и упругие и хрупкие и пластические и прочностные свойства пород о которых мы говорили выше, напрямую связаны с температурой и любое отклонение в любую сторону влечёт за собой серьёзные физико-химические изменения свойств горных пород. Но и это ещё не все. Согласно законам термодинамики, любая система стремится к минимуму энергии, то есть тектоническая плита любыми путями будет сбрасывать упругую энергию через изменение температуры плиты, изменение физико-химических связей и состояний, через образование новых и закрытие имеющихся трещин и пор, процессы движения флюидов и т.д. То есть, даже при сжатии тектонических плит большая часть из образовавшейся упругой энергии деформации будет потрачена на изменение её термодинамического состояния – на вечный процесс тектогенеза. В противном случае Земля бы представляла собой идеально круглый шар без единой складки на её поверхности. Исходя из описанных примеров и формулы (2) попробуем оценить возможности тектонических плит генерировать и накапливать упругую энергию. Дано: Индостанская тектоническая плита, размеры: примерно 3500 x 3500 x 100 [8] километров. Рассмотрим вариант, при котором гранитная шина (Индостанская плита) наехала на гранитный булыжник (Евразийская плита). Создавая свою теорию, мистер Рейд не имел возможности знать ряд важных современных геодезических данных, которые благодаря современным системам позиционирования GPS позволяют, не раздумывая исключить силы упругости из списка виновников землетрясений. Мы искренне уверены, что зная геодезический факт, что Индостанская плита ежедневно сжимается всего на 10 микрон, мистер Рейд никогда бы не стал утверждать о главенствующей роле упругих сил в процессе землетрясений, ибо 10 микрон для плиты объёмом  $1.2 \times 10^9$  кубических километров, это всё равно, что капля воды в Тихом океане. Для примера заметим, что толщина человеческого волоса равна от 40 до 120 микрон. Используя формулу (2) вы можете сами подсчитать возникающую силу упругости плиты при её

сжатии на 10 мкм. Известно, что приливные “горбы” возникающие в земной коре два раза в сутки от действия гравитационных сил Луны и Солнца равны в среднем соответственно 36 0000 мкм и 16 0000 мкм [9]. Мы уверены, что возникающие при этом упругие силы окажутся в десятки раз больше силы упругости Индостанской плиты, но странным образом эти приливные силы не вызывают разрушительных землетрясений. А с учётом замечаний приведённых нами выше, вы найдёте, что теория Рейда незаслуженно возносит роль упругих сил в процессе землетрясения. Справедливости ради мы должны заметить, что для больших объёмов пород существующие параметры и расчётные формулы упругих деформаций носят приблизительный характер.

### Дискуссия

Мы не первые, кто обратил внимание на несоответствие теории Упругая отдача фундаментальным законам физики. Об этом писали многие известные сейсмологи. Приведём слова знаменитого русского сейсмолога Г.П. Горшкова [10] из его монографии: - “Наличие широко распространённой, но необоснованной гипотезы Упругая отдача, лежащей в основе многих современных исследований в области сейсмологии, тормозит работу, уводит её в сторону ложных путей и не приводит, и не может привести к положительным результатам” [11]. Не менее категоричен другой известный сейсмолог Ребецкий Ю.Л.: «Отрицательный результат в проблеме прогноза показывает, что наши представления о механизме генерации землетрясений достаточно далеки от реального природного процесса. Многие представления о процессе подготовки землетрясения перекочевали из механики прочности конструкционных материалов, и не учитывают особенности строения сейсмогенных участков земной коры - разломных зон» [12].

Как мы видим, в качестве главного упрека мистеру Рейду ставят научную необоснован-

ность его детища. Пытаясь исправить ситуацию в 1980 г. В США была опубликована двухтомная монография известных учёных К. Аки и П. Ричардса “Количественная сейсмология” [13], в которой учёные сделали подробный математический анализ упругой модели очага землетрясения. В комментариях к своему труду учёные откровенно сообщают: - “Используемые модели по существу являются математическими, которые основаны на простых физических предположениях и содержат в основном уравнения движения, закон Гука и несколько других уравнений”. Забавно, не правда ли, фундаментальные законы физики господина Аки и Ричардса решили подменить правильными законами математики, наивно полагая, что это равнозначно. Мы уже приводили пример рассмотрения силы гравитационного притяжения Солнца. Так вот, если бы господина Аки и Ричардса рассчитывали приливные силы на основе правильной математики, но без учёта физических законов распространения гравитационного поля, то у них получились бы забавные величины. Именно так, без учёта законов физики они построили математические модели очагов землетрясений на основе теории Упругой отдачи. Жаль, что 880 страничная монография, на которую учёные потратили много часов напряжённого труда, только вносит путаницу в основы сейсмологии!

### Заключение

В заключение, перефразируя слова Марка Твена, мы утверждаем, что “Слухи о значительной роле сил упругости в сейсмических процессах сильно преувеличены”. Но, если землетрясение не следствие действия упругих сил, то как сопоставить энергию многочисленных сильных землетрясений случившихся в предгорье Гималайских гор с ничтожными силами упругости генерируемые Индийской тектонической плитой? Откуда взялась энергия землетрясений и какова её природа?

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Reid, H. F. The elastic-rebound theory of earthquakes. Department Geology. Univ. Calif., 6(19), 1910 с. 413-444.
2. Mishin S.V. About hypothesis of elastic return in seismology. <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-2/13-02-16.ttb.pdf>
3. Электрон. текстовые дан. —Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Principle\\_of\\_minimum\\_energy](https://en.wikipedia.org/wiki/Principle_of_minimum_energy)
4. Электрон. текстовые дан. —Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Le\\_Chatelier%27s\\_principle](https://en.wikipedia.org/wiki/Le_Chatelier%27s_principle)
5. Электрон. текстовые дан. —Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Saint-Venant%27s\\_principle](https://en.wikipedia.org/wiki/Saint-Venant%27s_principle)
6. Электрон. текстовые дан. —Режим доступа: [https://volcanoes.usgs.gov/volcanoes/st\\_helens/st\\_helens\\_gallery\\_23.html#may\\_18\\_1980](https://volcanoes.usgs.gov/volcanoes/st_helens/st_helens_gallery_23.html#may_18_1980)
7. Электрон. текстовые дан. —Режим доступа: Электрон. текстовые дан. —Режим доступа: <http://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=300250>
8. Электрон. текстовые дан. —Режим доступа: [https://www.eurekaalert.org/pub\\_releases/2007-10/haog-tfc101507.php](https://www.eurekaalert.org/pub_releases/2007-10/haog-tfc101507.php)
9. Электрон. текстовые дан. —Режим доступа: <https://web.archive.org/web/20160508041318/http://www.lhup.edu/~dsimanek/scenario/tides.htm>
10. Электрон. текстовые дан. —Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%B2\\_%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9\\_%D0%9F%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%B2_%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9_%D0%9F%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87)
11. Gorshkov G.P. Regional seismotectonics of the south of the USSR. Alpine belt. М.: Nauka, 1984. 272 с.

12. Rebetskiy Y. L. The current state of earthquake prediction theories. Results of the assessment of natural stresses and a new model of the earthquake source // Problems of tectonophysics. M., 2008.S. 364
13. AkiK.RichardsP,"QuantitativeSeismology"[https://www.academia.edu/37326301/AkiRichards\\_QuantitativeSeismology](https://www.academia.edu/37326301/AkiRichards_QuantitativeSeismology)

REFERENCES

1. Reid, H. F. The elastic-rebound theory of earthquakes. Department Geology. Univ. Calif., 6(19), 1910 pp. 413-444.
2. Mishin S.V. About hypothesis of elastic return in seismology. <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-2/13-02-16.ttb.pdf>
3. Electron. text messages. —Mode of access: [https://en.wikipedia.org/wiki/Principle\\_of\\_minimum\\_energy](https://en.wikipedia.org/wiki/Principle_of_minimum_energy)
4. Electron. text messages. —Mode of access: [https://en.wikipedia.org/wiki/Le\\_Chatelier%27s\\_principle](https://en.wikipedia.org/wiki/Le_Chatelier%27s_principle)
5. Electron. text messages. —Mode of access: [https://en.wikipedia.org/wiki/Saint-Venant%27s\\_principle](https://en.wikipedia.org/wiki/Saint-Venant%27s_principle)
6. Electron. text messages. —Mode of access: [https://volcanoes.usgs.gov/volcanoes/st\\_helens/st\\_helens\\_gallery\\_23.html#may\\_18\\_1980](https://volcanoes.usgs.gov/volcanoes/st_helens/st_helens_gallery_23.html#may_18_1980)
7. Electron. text messages. - Access mode: Electron. text messages. —Mode of access: <http://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=300250>
8. Electron. text messages. —Mode of access: [https://www.eurekaalert.org/pub\\_releases/2007-10/haog-tfc101507.php](https://www.eurekaalert.org/pub_releases/2007-10/haog-tfc101507.php)
9. Electron. text messages. —Mode of access: <https://web.archive.org/web/20160508041318/http://www.lhup.edu/~dsimanek/scenario/tides.htm> Electron. text messages. - Access mode: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%B2,%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9\\_%D0%9F%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%B2,%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9_%D0%9F%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87)
10. Gorshkov G.P. Regional seismotectonics of the south of the USSR. Alpine belt. M.: Nauka, 1984. 272 s.
11. Rebetskiy Y. L. The current state of earthquake prediction theories. Results of the assessment of natural stresses and a new model of the earthquake source // Problems of tectonophysics. M., 2008.S. 364
12. AkiK.RichardsP,"QuantitativeSeismology"[https://www.academia.edu/37326301/AkiRichards\\_QuantitativeSeismology](https://www.academia.edu/37326301/AkiRichards_QuantitativeSeismology)



ООО "Горный-ЦОТ"  
indsafe.ru

**PKA-01**

ПРИБОР КОНТРОЛЯ ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУХА



## ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕЩЕНИЮ РЕКЛАМНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Научно-технический журнал «Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности» приглашает научные институты, организации и промышленные предприятия разместить информацию о конференциях, выставках, разрабатываемой и выпускаемой продукции в области охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях, пожарной и промышленной безопасности в угольной промышленности, контроля природной среды, веществ, материалов и изделий, а также приборостроения.

### РАЗМЕРЫ РЕКЛАМНЫХ МОДУЛЕЙ:

- размер для 1 полосы: 216\*303 мм, включая по 3 мм на обрезку с каждой стороны внешнего периметра, на корешок допуск ставить не нужно.
- 1/2 полосы вертикальная: 103\*303 мм,
- 1/2 полосы горизонтальная: 216\*151 мм
- 1/3 полосы горизонтальная: 216\*92 мм
- 1/4 полосы горизонтальная: 216\*67 мм
- 1/4 полосы вертикальная в верхнем или нижнем внешнем углу страницы: 103\*151 мм

### ТРЕБОВАНИЯ К РЕКЛАМНЫМ СТАТЬЯМ

1. Текст для статьи предоставляется только в текстовом редакторе Word.
2. Объем статьи: не более 4500 печатных знаков с пробелами (без изображений). При использовании фотографий объем текста пропорционально уменьшается.
3. Требования к фотографиям: формат .eps или .tiff с разрешением 300 dpi.
4. Логотип – в форматах .cdr, .eps, при этом шрифты должны быть переведены в кривые.
5. Текст рекламной статьи должен включать заголовок (подзаголовок), выходные данные заказчика: название, адрес, телефон, электронный адрес компании.

### ТРЕБОВАНИЯ К РЕКЛАМНЫМ МАКЕТАМ

1. Размер электронного макета должен соответствовать размерам рекламного модуля.
2. Растровые файлы должны быть в форматах .tif, .psd, .eps с разрешением 300 dpi, векторные – .ai, .eps и .cdr.
3. Оригинал-макеты передаются в цветовой модели CMYK без компрессии.
4. Верстка может быть в форматах Adobe Illustrator, Corel Draw, Adobe InDesign (в этом случае должны предоставляться все связанные элементы, а также все используемые шрифты, обязательно макет должен так же прилагаться в pdf).
5. В макете, подготовленном в пакете Corel Draw не допускается наличие следующих эффектов: shadow, transparency, gradient fill, lens, texture fill и postscript fill. Все вышеперечисленные эффекты Corel Draw должны быть конвертированы в bitmap 300 dpi.
6. Черный цвет текста должен состоять только из черного канала – C:0, M:0, Y:0, K:100 или 100 Black в одноцветной шкале Grayscale.
7. Все текстовые элементы оригинал-макета должны быть переведены в кривые.
8. Текст и важные изображения (логотип и т. п.) не должны располагаться ближе 5 мм к обрезному краю.

Информация о расценках на размещение рекламы размещена на сайте [www.ind-saf.ru](http://www.ind-saf.ru).

**Редакция журнала оставляет за собой право отбора поступивших рекламных материалов.**

# ТРЕБОВАНИЯ, УСЛОВИЯ И ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ В НТЖ «Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности»

## ***I. Порядок представления материалов в редакцию***

1. В журнал принимаются статьи, соответствующие его тематике – охрана труда, безопасность в чрезвычайных ситуациях, пожарная и промышленная безопасность в угольной промышленности, приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

2. Статья должна быть оригинальной, не представленной в других изданиях.

3. На основании положений части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации (раздел VII «Права на результаты интеллектуальной деятельности и средства индивидуализации») представляемые в журнал статьи должны сопровождаться лицензионным договором о передаче ООО «ВостЭКО» (издатель журнала) простой (неисключительной) лицензии. Договор заполняется на бланках по образцам лицензионных договоров с одним или коллективом авторов (при написании статьи несколькими авторами). Лицензионный договор является договором присоединения. Необходимо заполнить и подписать договор, отсканированный вариант отправить по e-mail: yarosh\_mv@mail.ru, два первых экземпляра оформленного договора отправить в редакцию по почте: 650002, Кемерово, Сосновый бульвар, д. 1, ООО «ВостЭКО». Договор, подписанный автором/авторами и направленный по электронной почте, признается равнозначным документу на бумажном носителе, подписанному собственноручной подписью, порождающим права и обязанности сторон. Скачать бланки договора можно на сайте [www.indsafe.ru](http://www.indsafe.ru).

## ***II. Форма представления рукописи***

1. Рукопись представляется отпечатанной в текстовом редакторе Word через 1,5 интервала на одной стороне стандартного листа белой бумаги формата А4 и в электронном виде (передается по электронной почте yarosh\_mv@mail.ru или на магнитном носителе).

2. Все страницы рукописи, включая таблицы, список литературы, рисунки должны быть пронумерованы. Рекомендуемый объем статьи 5–7 страниц. Статья должна быть подписана всеми авторами.

3. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

## ***Подготовка электронной версии материалов***

1. Текст набирается шрифтом Times New Roman, размер шрифта 12, для заголовка 16, полуторный интервал, абзацный отступ 1,25 см, формат листа А4. Поля с левой стороны 3 см, сверху и снизу и справа 2 см;

2. Электронная версия должна быть идентична распечатанному тексту. В случае расхождения за основу берется печатный вариант.

## ***Структура статьи***

1. Индекс УДК.

2. Фотографии всех авторов (форматы: TIF, Jpeg, Png, не сканированные, не ретушированные, не обрезанные, разрешение 300 dpi).

3. Инициалы и фамилия автора (ов).

4. Место работы.

5. Название статьи.

6. Реферат. *Реферат должен быть информативным, отражать основное содержание статьи и результаты исследований, следовать логике описания результатов в статье, укладываться в объем от 100 до 250 слов. Возможно краткое повторение структуры статьи, включающей введение, цели и задачи, методы, результаты, заключение.*

7. Ключевые слова.

8. Текст статьи с таблицами, иллюстрациями, формулами.

9. Список литературы (оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 - 2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления»).

На отдельном листе или в конце статьи размещается «Список авторов», который должен содержать:

- публикуемые сведения об авторах (название организации указывается в соответствии с учредительными документами);
- служебные или домашние адреса с указанием почтового индекса;
- адрес электронной почты (e-mail).

Обращаем ваше внимание, что представление оригинальной статьи к публикации в НТЖ означает согласие авторов на передачу права на воспроизведение, распространение и доведение произведения до всеобщего сведения любым способом.

*Редколлегия*



**СЛОВО РЕДАКТОРА // EDITORIAL**

5 Трубицына Н. Trubitsyna N.

5 Трубицына Н. Trubitsyna N.

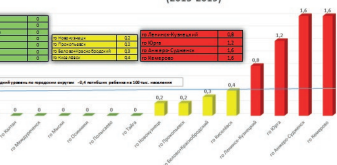
**АКТУАЛЬНО // IMPORTANT**

6 С.Б. Романченко, А. А. Трубицын, Ю.К. Нагановский, Е.А. Губина, Способы контроля пылевзрывобезопасного состояния выработок угольных шахтах  
S. B. Romanchenko, A.A. Trubitsyn, Yu. K. Naganowski, E. A. Gubina Coal mines workings dust and explosion-proof state control metods

**II. ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ // FIRE AND INDUSTRIAL SAFETY**

14 А. И. Фомин, Д.А. Бесперстов Защита угольных предприятий от чрезвычайных ситуаций, в том числе связанных с возникновением природных и техногенных пожаров  
A.I. Fomin , D.A. Besperstov Coal enterpises' protection against emergency situations, including those related to the fires of natural and technogene origin

СРЕДНЕГОДОВОЕ КОЛИЧЕСТВО ПОГИБШИХ ПРИ ПОЖАРАХ ДЕТЕЙ  
В РАСЧЕТЕ НА 100 ТЫС. НАСЕЛЕНИЯ  
ГОРОДСКИХ ОКРУГОВ КУЗБАССА  
(2015-2019)



22 А. И. Фомин, Д.А. Бесперстов Мголетний анализ гибели населения Кузбасса при пожарах

A.I. Fomin , D.A. Besperstov Long-term analysis of Kuzbass population damage at fire

31 А. И. Фомин, А.А. Осипова оценка влияния «склонности работников к риску» на уровень производственного травматизма на предприятиях угольной отрасли  
A.I. Fomin, A.A. Osipova Evaluation of the influence of “employees’ disposition to risk” on the level of industrial injuries at the coal industry enterprises

36 В.Л. Павлова, М.Г. Рублев, И.В. Пирумова, Ю.Д. Шабанова Практические вопросы обеспечения безопасности при выполнении работ на высоте на предприятиях ОАО «РЖД»  
V. L. Pavlova, M. G. Rublev, I. V. Pirumova, Y.D. Shabanova Practical issues of ensuring safety when performing work at height at the Russian Railways enterprises

**III. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ // TECHNOLOGICAL QUESTIONS OF MINING WORK SAFETY**

42 Ю. А. Масаев, А. И. Копытов, В. Ю. Масаев. Развитие и совершенствование конструкций крепей для подземных горных выработок и сооружений  
Yu.A. Masaev, A.I. Kopytov, V.Yu. Masaev. Development and improvement of support structures for underground mine workings and structures

49 А.С. Голик, В.Б. Попов, А.С. Ярош, О.А. Сергеев. О правовой защите руководителей ведения горноспасательных работ при ликвидации аварий в шахтах  
A.S. Golik, V.B. Popov, A.S. Yarosh, O.A. Sergeev On legal protection of rescue work organizers during mine accidents’ elimination

53 А.С. Ярош, О.В. Аверин, В.Б. Попов, А.С. Голик О необходимости внесения изменений в порядок проведения расследования причин аварий, произошедших на опасных производственных объектах

A.S. Yarosh, O.V. Averin, V.B. Popov, A.S. Golik. ON THE NEED TO AMEND THE PROCEDURE FOR INVESTIGATING THE CAUSES OF ACCIDENTS THAT OCCURRED AT HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES

**57** Н.Н. Турова, Е.И. Стабровская, Н.В. Васильченко, М.В. Просин.  
Эргономическая оценка рабочего места машиниста экскаватора на примере экг-10  
N.N. Turova, Y.I. Stabrovskaja, N.V. Vasilchenko, M.V. Prosin. ergonomic assessment of the excavator operator workplace on the example of ekg-10



**62** М.С. Плаксин Основы методики определения эффективности мероприятий по снижению газовой и газодинамической опасности при ведении горных работ на угольных шахтах

M.S. Plaksin Fundamentals of the methodology for determining the efficiency of measures to reduce gas and gas-dynamic hazards during mining operations in coal mines

**68** А.С. Ярош, А.В. Житников Цифровая экономика и безопасность КИИ ТЭК.  
A.S. Yarosh, A.V. Zhitnikov Digital economy and security of the KII TEK.

#### **IV. ПРОБЛЕМЫ И СУЖДЕНИЯ // PROBLEMS AND OPINIONS**

**73** Бычков С. С Критический обзор статьи "Основы квантовой теории образования в угольных пластах и дегазации метана"

S.V. Bychkov Critical review of the article "Fundamentals of the quantum theory of formation in coal seams and methane degassing" [1]

**78** Бычков С. Современная геофизика глазами автолюбителя

S.V. Bychkov MODERN SEISMOLOGY THROUGH THE EYES OF A MOTORIST

#### **85 ТРЕБОВАНИЯ К РЕКЛАМНЫМ МАТЕРИАЛАМ // ADVERTISING MATERIALS REQUIREMENTS**

#### **86 ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ // DEMANDS TO ARTICLES**

#### **88 СОДЕРЖАНИЕ // CONTENT**

Подписано в печать 18.09.2020. Тираж 1000 экз. Формат 60х90 1/8.  
Выпуск 3-2020, дата выхода в свет 25.09.2020  
Объем 10 п. л. Заказ № 1 2020 г. Цена свободная.  
Типография ООО «ИНТ».  
650065, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово, пр-т Октябрьский, 28 офис 215  
Тел. 8 (3842) 657889.