

В.И. Муравейник, И.А. Шайхлисламова, С.А. Алексеенко

СИГНАЛЫ ГОРНОГО МАССИВА И ИХ ДЕКОДИРОВАНИЕ ПРИ АВАРИЯХ В ШАХТАХ

Предложена модель системного перехода сигналов в информацию, которая может быть использована в информационных технологиях. Разработан способ биолокационного тестирования шахт и определения временных показателей аварийных ситуаций; способ рекомендуется для выявления аварийных сигналов горного массива.

СИГНАЛИ ГІРСЬКОГО МАСИВУ ТА ЇХ ДЕКОДУВАННЯ ПРИ АВАРІЯХ В ШАХТІ

Запропоновано модель системного переходу сигналів в інформацію, яка може бути використана в інформаційних технологіях. Розроблено спосіб біолокаційного тестування шахт і визначення часових показників аварійних ситуацій; спосіб рекомендується для виявлення аварійних сигналів гірського масиву.

ROCK MASSIF SIGNALS AND DECODING DURING ACCIDENTS ON MINES

A model of the system signals the transition into information that can be used in information technology. A method of testing biolocation mines and determining the temporal parameters of emergencies, is recommended for the detection of alarms mountain.

Наука рассматривает горный массив шахт в динамике с учетом процессов, связанных с добычей полезного ископаемого: образованием искусственных пустот, движением горной массы, газо-гидродинамическими явлениями. Искусственная система «горный массив – выработки» характеризуется определенной неустойчивостью, с чем связана возможность возникновения аварийных ситуаций: обрушения и внезапные выбросы угля и газа, подземные пожары и др.

Целью работы является обоснование первопричин появления микросигналов горного массива и разработка способа их выявления и декодирования при авариях в шахтах.

Известен способ [1] приборного исследования гравитационного поля и по его изменению прогноз выбросоопасности горного массива. Данный способ не учитывает

комплексное влияние на горный массив других физических полей и факторов.

Разработан способ прогнозирования аварийных ситуаций в шахтах [2], позволяющий дистанционно выявлять в комплексе признаки возможных аварий. В работах [3, 4] сделано предположение, что аварийные процессы в горном массиве сначала происходят на микроуровне, а затем проявляются на макроуровне. Однако в упомянутых работах не раскрыта природа первопричин сигналов горного массива и системного перехода сигналов в информацию. В то же время остается актуальной проблема выявления аварийных сигналов горного массива и декодирования их в информацию. Необходим поиск первопричин появления сигналов горного массива.

Исследуя природу информации, мы неизбежно приходим к мысли о роли сигналов. Информация формируется на основе

сигналов. Сигналы способны фиксироваться на объектах материального мира. Их можно считать и декодировать. Сигналы первичны, информация вторична (производная). Информация собирательное понятие, включающее множество декодированных сигналов разного уровня. Информация является семантической (смысловой) формой перевода сигналов на доступный для рецептора язык, в зависимости от его знаний, опыта, интеллекта, культуры, физического и психического состояния. Сигналы объективны. Информация содержит как объективные, так и субъективные составляющие. Чем меньше субъективного в информации, тем точнее она соответствует первичным сигналам. Элементарными (первичными) «кирпичиками» информации служат декодированные квантовые сигналы элементарных частиц, кварков и квантовых полей. Каждая частица микромира, каждый квант излучения способны заявить о себе, посылая в окружающую среду индивидуальный сигнал. Горный массив всегда находится под влиянием физических полей и квантовых процессов, которые вездесущи и оказывают влияние на их восприятие. Человек воспринимает сигналы горного массива всем своим организмом, включая и энергоинформационную ауру, которая играет роль «ушей» по отношению к сигналам микромира.

К элементарным частицам, способным генерировать сигналы, относятся: протон (p), нейтрон (n), электрон (e^-), позитрон (e^+), фотон (γ), пи-мезоны (π^0), пионы (π^- , π^+), мюоны (μ^- , μ^+ , μ_τ), нейтрино (ν_e , ν_μ) и многие другие частицы и античастицы (их насчитывается сотни). Так называемые «резонансы» являются нестабильными элементарными частицами, составляя большую их часть. Элементарные частицы имеют сложное строение, включающее в качестве составляющих элементов кварки, играющие большую роль в образовании сигналов элементарных частиц

(э. ч.). Кварки, как известно [5] характеризуются следующими показателями: Q – электрический заряд; B – барионный заряд; j – спин; S – странность; C – очарование; B' – красота; T' – квантовое число; цветовые состояния: r – красный, y – желтый, ν – фиолетовый. Различают следующие виды кварков: u , d – обычные кварки; s – кварки (странные); c – кварки (очарование); b – кварки (красивые); t – кварки (истинные). Каждому кварку соответствует антикварк. Таким образом, разнообразие видов и параметров кварков и антикварков обеспечивает многообразие сигналов микромира.

Общими физическими характеристиками э. ч. обеспечивающими формирование сигналов, являются масса (m), время жизни (τ), спин (j) и электрический заряд (Q).

Массу покоя э. ч. принято выражать в сравнении с массой электрона ($m_e = 1$), например масса позитрона $m = m_e$, масса мюона $m_\mu = 207m_e$, масса пи-мезона $m_\pi = 264m_e$, масса протона $m_p = 1836m_e$, масса нейтрона $m_n = 1839m_e$ масса нейтрино $m_\nu = 0$ [5]. Масса э. ч. влияет на параметры сигналов, которые они генерируют при появлении в пространстве – времени.

Время жизни э. ч. влияет на продолжительность их сигналов, например время жизни составляет: для нейтрона $\tau = 10^3 c$, для мюона $\tau = 2,2 \cdot 10^{-6} c$, для π_0 -мезона $\tau = 0,8 \cdot 10^{-16} c$; к стабильным частицам относятся: электрон, позитрон, нейтрино, протон, и их античастицы. Таким образом, сигналы, генерируемые э. ч. могут быть кратковременными (пи-мезон, мюон, нейтрон и др.) или длительными (электрон, позитрон, нейтрино, протон и др.).

Спин (j) э. ч. характеризует собственный внутренний момент количества движения и является целым или полуцелым числом, кратным величине постоянной Планка \hbar . Величина спина определяет по-

ведение э. ч. и характер генерируемых ими сигналов. Спин пи-мезонов и К-мезонов равен нулю; у протона, нейтрона, электрона и нейтрино спин равен $1/2$; у фотона $j = 1$. Частицы со спином $j = 1/2$ характеризуются антисимметрией волновой функции и подчиняются принципу Паули, который гласит, что две тождественные частицы с полужелым спином не могут одновременно находиться в одинаковом состоянии (принцип запрета), следовательно, эти частицы генерируют разные сигналы.

Частицы со спином $j = 1$ подчиняются симметрии волновой функции и могут одновременно находиться в одинаковом состоянии, то есть – генерировать одинаковые сигналы.

Подобно живым организмам микромир обладает свойством рождения, поглощения, взаимных превращений элементарных частиц и соответственно этим процессам способен генерировать квантовые сигналы. Наиболее важное свойство э. ч. – их способность рождаться и уничтожаться при взаимодействии с другими частицами. Например, рождение пиона при столкновении протонов: $p + p \rightarrow p + n + \pi^+$; процесс аннигиляции электрона и позитрона, сопровождающийся возникновением двух γ -квантов: $e^- + e^+ \rightarrow \gamma + \gamma$; процессы β -распада приводят к рождению нейтрино и антинейтрино. Каждый акт взаимодействия э. ч. сопровождается сигналом, поэтому выражение «мир полон сигналов» справедливо.

Электрический заряд э. ч. (Q) равен элементарному электрическому заряду ($e \approx 4,8 \cdot 10^{-10}$ ед. СГСЭ). Элементарные частицы и их античастицы имеют заряды противоположных знаков, что увеличивает разнообразие электрических сигналов.

Элементарные частицы обладают различными типами взаимодействий: сильным, электромагнитным, слабым и гравитационным; каждое из этих взаимодействий рождает соответствующий сигнал.

Сильные взаимодействия играют огромную роль в природе, в частности они обуславливают прочную связь протонов и нейтронов в ядрах атомов, что обеспечивает стабильность веществ. Частицы, участвующие в сильном взаимодействии, называются адронами. К ним относятся все барионы (нейтрон, протон, гипероны), мезоны (пи-мезоны и К-мезоны) и ядерно-нестабильные частицы – «резонансы». Сильные взаимодействия имеют малый радиус действия $\sim 10^{-13}$ см и на этих расстояниях превосходят все другие типы взаимодействий. Процесс, обусловленный сильным взаимодействием, происходит за время порядка 10^{-24} сек. Важнейшая особенность сильных взаимодействий – их короткодействующий характер, проявляющийся на расстоянии не более 10^{-13} см между взаимодействующими адронами. На этих расстояниях они значительно превышают электромагнитные силы, действующие между заряженными частицами. Сильное взаимодействие сопровождается множественными процессами с рождением большого числа вторичных частиц, а значит появлением большого числа сигналов.

Адроны окружены «облаком» непрерывно испускаемых и поглощаемых частиц, в том числе – кварков и антикварков, которые существуют в связанном виде, а не как свободные частицы. «Облака» адронов существенно влияют на физические процессы с их участием, а значит, влияют на сигналы. Движение зарядов в «облаках» адронов создает электрический ток и приводит к изменению магнитных моментов нуклонов.

Электромагнитное взаимодействие э. ч. является источником разнообразных и многочисленных сигналов, оно ответственно за подавляющее большинство явлений в природе. Слабые и медленно изменяющиеся поля описываются уравнением Максвелла. Для сильных и быстроменяющихся электромагнитных полей характерны квантовые эффекты. Константой электромагнитных взаимодействий является

величина элементарного электрического заряда.

М. Планк показал, что излучение электромагнитных волн происходит квантами (порциями), которые подчиняются тем же законам, что и частицы вещества. Поэтому сигналы квантового поля дискретны. Носителем этих сигналов является фотон, который обладает определенной энергией, импульсом, спином и существует как единое целое. Фотон проявляет волновые и корпускулярные свойства, то есть фотон сигнализирует о себе как волна и как частица. Спин фотона равен единице. Поскольку масса покоя фотона равна нулю, то он может находиться только в двух спиновых состояниях с проекциями спина на направление движения ± 1 . Скорость распространения фотона равна скорости света, следовательно сигнал от источника фотонов до рецептора (приемника сигнала) происходит практически мгновенно.

Элементарные частицы проявляют волновые свойства – возможно превращение их в волну, например столкновение электрона (e^-) и позитрона (e^+) приводит к рождению двух γ -квантов излучения. Основными источниками фотонов являются источники света, а источниками γ -квантов – радиоактивные изотопы.

Электромагнитное взаимодействие осуществляется посредством фотонов электромагнитного поля, которое либо излучается, либо поглощается, либо переносит взаимодействие между телами. Во всех этих процессах возникают разнообразные сигналы, которые могут быть декодированы в информацию. Электромагнитное взаимодействие характеризуется дальностью действия и неограниченным радиусом действия, что обусловлено нулевой массой покоя фотона.

Уникальное свойство электромагнитного взаимодействия – его зависимость только от электрического заряда частиц и независимость от типа частиц или электромагнитных процессов. Это взаимодействие принимает участие во многих процессах макротел. Большинство процессов ядерной

физики осуществляется с помощью электромагнитного взаимодействия, в том числе: расщепление ядер фотонами, реакция фоторождения мезонов, распад элементарных частиц с испусканием фотонов, неупругое рассеяние электронов, позитронов и мюонов, и другие процессы. Константой электромагнитного взаимодействия в квантовых явлениях служит элементарный электрический заряд. Интенсивность электромагнитных процессов в микромире пропорциональна безразмерному параметру $\alpha = 1/137$, который называется постоянной тонкой структуры. Характерные времена электромагнитных распадов элементарных частиц и возбужденных состояний ядер: $10^{-12} - 10^{-21}$ с.

Слабое взаимодействие элементарных частиц играет огромную роль в природе и служит бесконечным источником сигналов. В микромире процессы слабого взаимодействия протекают медленнее ($\tau = 10^{-10}$ с), чем при сильном взаимодействии ($\tau = 10^{-24}$ с). Радиус слабого взаимодействия мал ($r < 10^{-14}$ см), поэтому длина свободного пробега частиц в веществе чрезвычайно велика, например нейтрино пронизывает нашу планету Земля насквозь, не задерживаясь.

Наиболее распространенный процесс, обусловленный слабым взаимодействием, является β -распад атомных ядер с образованием нейтрино и антинейтрино: электронный β^- -распад ($n \rightarrow p_{\beta^-} + e^- + \bar{\nu}_e$), позитронный β^+ -распад ($p \rightarrow n_{\beta^+} + e^+ + \nu_e$). Этим в частности, объясняется разнообразие сигналов слабого взаимодействия.

Гравитация, гравитационное поле, гравитационные волны, гравитационное взаимодействие – богатейший источник квантовых сигналов. Существование гравитационного поля следует из общей теории относительности А. Эйнштейна. Источником гравитационного излучения может быть любое движущееся тело. Факторами,

определяющими поле гравитации, служат гравитационная масса тела (M_{gp}) и гравитационная постоянная $G = 6,673 \cdot 10^{-11}$ Н·м²·кг⁻². При неравномерном движении тела гравитационное поле может отрываться от создавшей его массы и распространяться самостоятельно в виде гравитационных волн. Мощность гравитационного излучения мала. Из всех известных типов взаимодействий гравитационное взаимодействие самое слабое, например для двух электронов оно во много раз слабее их электромагнитного взаимодействия. Гравитационная волна создает переменное поле ускорений, распространяющихся со скоростью света, амплитуда этого поля убывает обратно пропорционально расстоянию от излучателя. Мощность поверхностной плотности потока гравитационного излучения вблизи Земли равна 10^{-13} Вт/м². Несмотря на малую мощность гравитации э. ч., она является источником сильных сигналов, поскольку формируется бесконечным числом частиц.

Атомы (рис.1), обладают волновыми свойствами и излучают более сложные системные сигналы по сравнению с первичными сигналами элементарных частиц, например, атом водорода ($H_{1,008}^1$) сигнализирует о себе иначе, чем простая сумма сигналов протона и электрона. Различные комбинации связанных атомов образуют многообразие молекул, которые генерируют системные сигналы, индивидуальные для каждого вещества и вещественных систем (ПС-4), причем атомы в молекулах испытывают влияние системного окружения других атомов и «поют хором», хотя специалисты различают «голос» каждого атома. Одинаковые атомы могут входить в состав различных молекул, например, атомы водорода входят в состав молекул воды (H_2O), азотной кислоты (HNO_3), глюкозы ($C_6H_{12}O_6$) и множества других веществ, генерирующих еще более сложные сигналы по сравнению с атомами. Эти сигналы можно декодировать как информацию о

свойствах веществ. Однако атомы водорода в указанных молекулах сохраняют свой «голос» и могут быть обнаружены специальными методами.

Физические поля, квантовые процессы, элементарные частицы (ПС-5), атомы, молекулы, вещества, вещественные системы (ПС-4) и системное окружение (ПС-3) формируют сигналы материального источника (ПС-3). Системное окружение источника может существенно влиять на сигналы последнего: ослаблять его, усиливать, маскировать, искажать. Поэтому, говоря о сигналах конкретного источника, следует иметь в виду его системное окружение и условия, в которых получен тот или иной сигнал. Для получения «истинного» сигнала приходится применять специальные фильтры, снижающие влияние системного окружения.

На сигналы источника оказывает влияние информационная турбулентность среды (НС), представляющая собой внешние потоки сигналов. Не все сигналы источника принимаются рецептором (ПС-2). На качество и количество принятых сигналов оказывают влияние физическое и психическое состояние рецептора, его знания, опыт и сознание, а также информационная турбулентность среды (НС), сигналы системного окружения (ПС-3), физические поля и квантовые процессы (ПС-5). Таким образом, принятые рецептором сигналы (ПС-2) могут существенно отличаться от «истинных» сигналов источника (ПС-3). Принятые рецептором сигналы поступают в подсистему декодирования (ПС-1), где собственно и превращаются в информацию (С). Процесс перевода принятых сигналов в информацию зависит от многих факторов: прежде всего от «технических» возможностей самой подсистемы декодирования (ПС-1), а также от физического и психического состояния рецептора, его знаний, опыта, интеллекта, и кроме того от внешней среды, оказывающей прямое или косвенное влияние на процесс декодирования принятых сигналов. Информация

должна быть осознанной, в противном случае она в данном случае остается в резерве. Осознание полученной информации происходит, прежде всего, с участием соз-

нания рецептора, его знаний и опыта. Кроме того, на осознание информации оказывают все упомянутые факторы внешней среды (рис. 1).

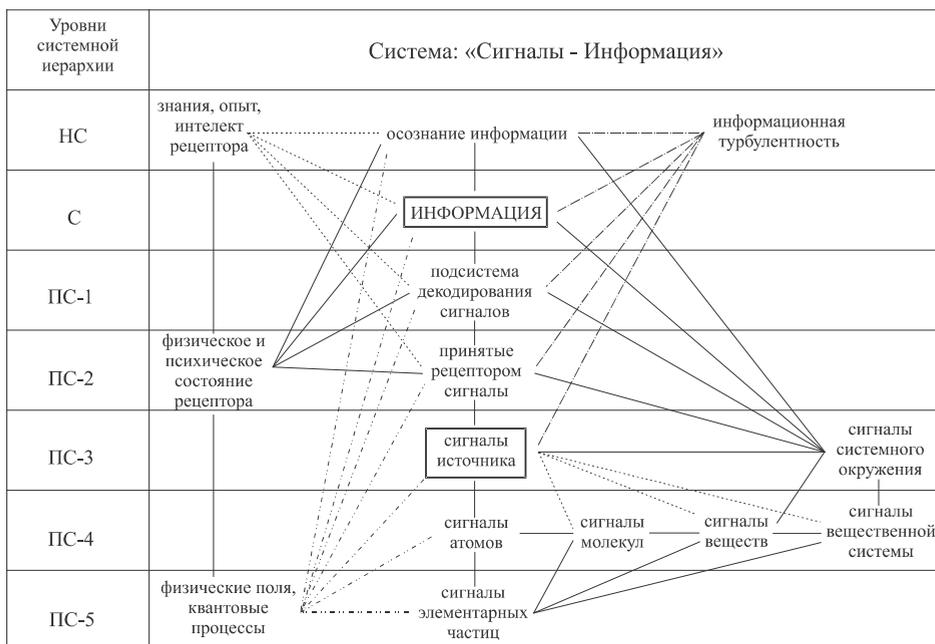


Рис. 1. Системное представление перехода сигналов в информацию: НС – надсистема; С – система; ПС-1...ПС-5 – подсистемы первого и последующих уровней иерархии

Таким образом, системный анализ процесса перехода сигналов в информацию показывает, что осознанная рецептором информация не является тождественной сигналам источника и тем более – сигналам микромира, что необходимо учитывать при анализе сигналов горного массива.

Особенность сигналов микромира – воздействие их на ауру человека, которая имеет микроструктуру и способна воспринимать самые тонкие потоки волновой и корпускулярной энергии.

Обнаружение (восприятие) сигналов горного массива осуществляет оператор биолокации. Момент текущего времени (τ_c), когда появился аварийный сигнал, определяется по формуле:

$$\tau_c = \tau_m - \Delta\tau_p, \quad (1)$$

где τ_m – момент текущего времени, когда оператор биолокации воспринял аварийный сигнал;

$\Delta\tau_p$ – опоздание во времени обнаружения аварийного сигнала (определяется методом «обратного отсчета»).

Момент текущего времени, когда вероятно произойдет авария (τ_a), определяется согласно выражения:

$$\tau_a = \tau_c + \Delta\tau_c \pm \Delta\tau_\theta, \quad (2)$$

где $\Delta\tau_c$ – длительность угрожаемого состояния горного массива с момента возникновения аварийного сигнала (эксперимен-

тально определено для шахт Донбасса $\Delta\tau_c = 11$ час 30 мин);

$\Delta\tau_g$ – возможное отклонение значения момента τ_a , ($\Delta\tau_g = \pm 20$ мин).

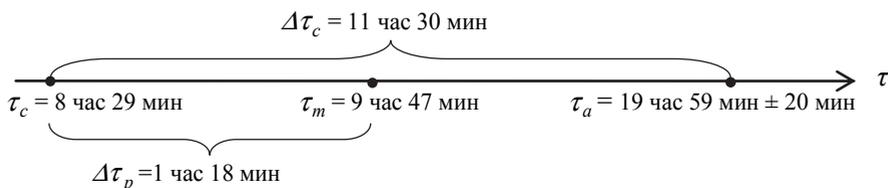


Рис. 2. Временные показатели аварийных сигналов горного массива

В общем случае: $\tau_c \leq \tau_m \leq \tau_a$, то есть аварийный сигнал воспринят рецептором с некоторым опозданием ($\Delta\tau_p \geq 0$). В частных случаях: $\tau_m = \tau_c$ аварийный сигнал обнаружен в момент его возникновения; $\tau_m = \tau_a$ – сигнал воспринят в момент аварии.

Пример. Угольная шахта. Сигнал о возможной аварии принят оператором биолокации в 9 час 47 мин.

Согласно вышеприведенной методике, определяем временные показатели аварии (рис. 2): $\tau_m = 9$ час 47 мин; обратный отсчет времени биолокационным методом показал: $\Delta\tau_p = 1$ час 18 мин; тогда:

$$\begin{aligned} \tau_c &= 9 \text{ час } 47 \text{ мин} - 1 \text{ час } 18 \text{ мин} = \\ &= 8 \text{ час } 29 \text{ мин}; \end{aligned}$$

по экспериментальным данным: $\Delta\tau_c = 11$ час 30 мин; $\Delta\tau_g = \pm 20$ мин; определяем вероятное время аварии:

$$\begin{aligned} \tau_a &= 8 \text{ час } 29 \text{ мин} + 11 \text{ час } 30 \text{ мин} \pm \\ &\pm 20 \text{ мин} = 19 \text{ час } 59 \text{ мин} \pm 20 \text{ мин} \end{aligned}$$

Следовательно, в работе показано, что первопричинами сигналов горного массива на микроуровне являются элементарные

Соотношение величин, входящих в формулы (1) и (2) представим на векторе текущего времени (рис. 2).

частицы и процессы их взаимодействия. Выполнен анализ сигналообразующих характеристик элементарных частиц: массы, спина, электрического заряда, времени жизни, параметры кварков. Проанализировано образование сигналов горного массива при взаимодействиях элементарных частиц: сильным, слабым, электромагнитном, гравитационном. Разработана знаковая модель системного перехода сигналов в информацию.

Показано, что осознанная рецептором информация не является тождественной сигналам источника и тем более – сигналам микромира. Названы причины такого несоответствия. Разработаны основы биолокационного способа обнаружения аварийных сигналов горного массива и декодирования их в информацию. Приведен пример анализа временных показателей конкретной аварии на одной из шахт Донбасса.

Выводы

1. Первопричинами микросигналов горного массива являются элементарные частицы, процессы их взаимодействия и физические (квантовые) поля.

2. Предложена знаковая модель системного перехода сигналов в информацию. Показано, что информация не является то-

жественной сигналам.

3. Разработан способ биолокационного

обнаружения и декодирования аварийных сигналов горного массива.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спосіб прогнозування викидонебезпечності масиву гірських порід [Текст]: пат. 47889 Україна: МПК (2006) E21F5/00, E21C 39/00 / Гаркушенко В.І. та ін. – №2001107074; заявл. 18.10.2001; опубл. 15.07.2002.

2. Спосіб прогнозування аварійних ситуацій в підземних гірничих виробках [Текст]: пат. 45451 Україна: МПК E21F 5/00, E21C 39/00 / Муравейник В.І., Алексеєнко С.О., Булгаков Ю.Ф., Король В.І., Шайхлісламова І.А.; заявник і патентовласник Національний гірничий університет. – № u200905789; заявл. 05.06.2009; опубл. 10.11.2009, Бюл. № 21.

3. Муравейник, В.И. Теоретические основы и практика оперативного прогнозирования аварийных ситуаций в шахтах [Текст] / В.И. Муравейник, С.А. Алексеенко, Ю.Ф. Булгаков, И.А. Шайхлисламова, В.И. Король // Научный вестник НГУ, 2009. – № 9. – С. 46-50.

4. Шайхлисламова, И.А. Квантово-полевой подход к выявлению признаков возможных аварий в шахтах / И.А. Шайхлисламова, В.И. Муравейник // Научный вестник НГУ, 2012. – № 5. – С. 91-95.

5. Кондрашов, А. Справочник необходимых знаний [Текст] / А. Кондрашов. – М.: «Рипол Классик», 2001. – 768 с.

ОБ АВТОРАХ

Муравейник Владимир Иванович – к.т.н., доцент кафедры аэрологии и охраны труда Национального горного университета.

Шайхлисламова Ирина Анатольевна – к.т.н., доцент кафедры аэрологии и охраны труда Национального горного университета.

Алексеенко Сергей Александрович – к.т.н., доцент кафедры аэрологии и охраны труда Национального горного университета.