Оригинальная статья

Original Paper

УДК 622.4 © Д.И. Борисенко✉[1], С.С. Кобылкин[2], 2026

[1] НИЦ «Курчатовский институт», 123182, г. Москва, Россия
[2] НИТУ МИСИС, 119049, г. Москва, Россия
✉ e-mail: dima-luxinzhi@mail.ru

UDC 622.4 © D.I. Borisenko✉[1], S.S. Kobylkin[2], 2026

[1] National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, 123182, Russian Federation
[2] National University of Science and Technology MISIS (NUST MISIS), Moscow, 119049, Russian Federation
✉ e-mail: dima-luxinzhi@mail.ru

Роль и перспективы акустики в диагностике эндогенных угольных пожаров

The role and prospects of acoustics in the diagnostics of endogenous coal fires

DOI: http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2026-9-73-78

Развитие угольной отрасли в настоящее время замедлилось. Это связано с большим количеством факторов. Однако уголь занимает и будет занимать существенную нишу в энергетической стратегии как России, так и многих других стран. При добыче угля подземным способом одной из проблем обеспечения безопасности является риск возникновения эндогенных пожаров. Эндогенные пожары могут приводить к отравлению с гибелью горнорабочих, уничтожению горного оборудования, потере целого месторождения и выходу радионуклидов. Обнаружение очагов пожара является первостепенной задачей при локализации и ликвидации таких аварий. Существует множество различных способов для поисков пожара в угольных пластах. Одним из наиболее перспективных способов является акустическая диагностика. Проведенные исследования позволяют подобрать оптимальные схемы акустического мониторинга эндогенных пожаров. Для выбора оптимального в конкретных условиях варианта предложено применять целевую функцию в виде суммы произведений оценки выполняемости того или иного критерия на значимость данного критерия в рассматриваемых условиях.

Ключевые слова: *уголь, шахта, эндогенный пожар, диагностика, акустика, способ, безопасность.*

Для цитирования: Борисенко Д.И., Кобылкин С.С. Роль и перспективы акустики в диагностике эндогенных угольных пожаров // Уголь. 2026;(9):73-78. DOI: 10.18796/0041-5790-2026-9-73-78.

Abstract

The development of the coal industry has now slowed down. This is due to a large number of factors. However, coal occupies and will continue to occupy a significant niche in the energy strategy of both Russia and many other countries. When coal is mined underground, one of the safety concerns is the risk of endogenous fires. Endogenous fires can lead to the poisoning and death of miners, the destruction of mining equipment, the loss of an entire deposit, and the formation of radionuclides. Detecting fire sources is a top priority in the localization and elimination of such accidents. There are many different ways to search for fires in coal seams. One of the most promising methods is acoustic diagnostics. Research conducted allows to select optimal schemes for acoustic

БОРИСЕНКО Д.И.
Канд. техн. наук,
ведущий научный сотрудник
НИЦ «Курчатовский институт»,
123182, г. Москва, Россия,
e-mail: dima-luxinzhi@mail.ru

КОБЫЛКИН С.С.
Доктор техн. наук, профессор кафедры
«Безопасность и экология
горного производства»
Горного института НИТУ МИСИС,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: kobylkin.s@misis.ru

monitoring of endogenous fires. To select the optimal option under specific conditions, it is proposed to use a target function in the form of the sum of the products of the assessment of the fulfillment of a particular criterion by the significance of that criterion under the conditions under consideration.

Keywords
Coal, mine, endogenous fire, diagnostics, acoustics, method, safety.
For citation
Borisenko D.I., Kobylkin S.S. The role and prospects of acoustics in the diagnostics of endogenous coal fires. *Ugol'*. 2026;(9):73-78. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2026-9-73-78.

ВВЕДЕНИЕ

Эндогенные пожары в угольных шахтах – один из самых опасных видов аварий. В процессе горения угля в рудничную атмосферу может поступать угарный газ, что может привести к гибели шахтеров. Эндогенные пожары очень трудно потушить. Часто они приводят к потере целого месторождения (например, шахта «Распадская», шахта «Северная» и др.). В России сегодня работает 141 шахта (зарегистрированы в реестре опасных производственных объектов, в том числе 3 нефтешахты, а также 49 шахт в Донецкой Народной Республике и 14 в Луганской Народной Республике) [1]. В целом наблюдается снижение количества эндогенных пожаров (*см. рисунок*) [2, 3]. Однако, по неофициальным данным, в настоящее время в России действуют семь эндогенных пожаров на угольных шахтах.

Причины пожаров условно можно разделить на несколько групп:

1) некачественная и/или несвоевременная изоляция отработанных участков и выработок, угля за крепью выработок;

2) аэродинамическая связь с поверхностью, с выработанным пространством вышележащего или нижележащего горизонтов;

3) ведение работ в зоне геологических нарушений;

4) малая скорость подвигания очистного забоя и сверхнормативные потери угля;

5) нарушение правил отработки пластов угля, склонного к самовозгоранию (отсутствие заиливания, наличие раздавленного и необработанного антипирогенами угля и др.).

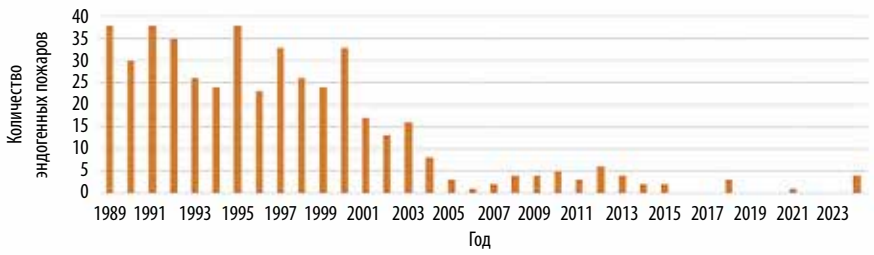
Эндогенный пожар может быть обнаружен не на ранней стадии, из-за чего он может перейти в стадию горения. В настоящее время существует множество способов обнаружения эндогенных пожаров. Их условно разделяют на четыре группы:

1) физиологические (обнаружение пожаров по внешним признакам, органами чувств);

2) химико-аналитические (при помощи специального оборудования производят анализ воздуха, шахтной воды, горных пород, материалов крепи и закладки);

3) минералого-геохимические, использующие явления образования вторичных минералов при развитии окислительных процессов в шахте;

4) физические, основанные на распознании пожара с помощью специальных приборов по тем физическим параметрам, которые зависят от теплового состояния среды, температуры шахтного воздуха, воды и горных пород, влажности). К четвертой группе относится и акустическая диагностика. При этом акустическая диагностика активно развивается как в России, так и за рубежом.



Динамика количества эндогенных пожаров на угольных шахтах России
Changes in the number of spontaneous fires in Russian coal mines

АКУСТИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ДИАГНОСТИКИ ОЧАГОВ ПОЖАРА В УГОЛЬНЫХ ПЛАСТАХ

Акустические способы диагностики очагов пожара в угольных пластах, связанные с регистрацией изменения акустического поля, можно разделить на три категории по возникновению регистрируемого акустического излучения: пассивные, активные и комбинированные. В пассивных способах осуществляется регистрация акустического излучения, возникающего в горном массиве непосредственно в результате физических явлений, связанных с колебаниями поверхностей конденсированных сред, сопровождающих процесс горения. В активных способах регистрируются падающие, отраженные и преломленные акустические волны, распространяющиеся в массиве вследствие внешнего зондирующего импульса (удара или взрыва). При комбинированных способах регистрируют акустическое излучение, возникающее в результате теплового инициирования горением сигнального источника звука.

В настоящей работе проводится сопоставление только по акустическим способам диагностики очагов пожаров в угольных пластах. Кроме этого, не выводится и не рассматривается такое ожидаемое понятие, как «эффективность», потому что, с одной стороны, оно подразумевает отношение значений количественных характеристик сопоставляемых способов. Безусловно, такие признаки, как «стоимость», «время осуществления», «точность», «расстояние» можно выразить количественно. Но такие, как «применимость», «экологичность», «возможность определения стадии пожара» могут быть оценены для разных способов только качественно. С другой стороны, очень многое зависит от конкретных условий. Поэтому совокупности достоинств и недостатков каждого способа логично рассматривать относительно друг друга.

СОПОСТАВЛЕНИЕ СПОСОБОВ

Для различных видов акустической диагностики очагов пожаров в угольных пластах границы применимости того или иного технического реше-

Сопоставление различных подходов к акустической диагностике очагов пожаров в угольных пластах

A comparison of various approaches to acoustic detection of fire seats in coal seams

Метод	Активный	Пассивный мобильный	Пассивный стационарный	Комбинированный*
Применимость	**Высокая (4):** практически не ограничена	**Средняя (3):** определяется возможностью установки датчиков в зоне пожара	**Высокая (5):** практически не ограничена	**Низкая (1):** определяется возможностью установки сигнализаторов
Возможность применения для диагностики пожаров в выработанном пространстве	**Узкая (0):** не возникает принципиальное изменение сплошности	**Широкая (3):** определяется возможностью установки датчиков в зоне пожара	**Средняя (2):** определяется координатами установки датчиков	**Широкая (4):** определяется возможностью установки сигнализаторов
Достоверность	**Низкая (1):** нарушение сплошности не обязательно вызвано пожаром	**Высокая (5):** акустическое поле имеет характерные параметры	**Средняя (3):** нуждается в дополнительных данных	**Высокая (5):** сигнализаторы срабатывают на заданное значение температуры
Расстояние	**Значительное (4):** практически не ограничено	**Незначительное (2):** определяется затуханием акустического излучения кромки	**Значительное (5):** практически не ограничено	**Среднее (3):** определяется размером сигнализатора
Оперативность	**Средняя (3):** определяется временем установки датчиков	**Высокая (4):** определяется временем измерений в зоне пожара и в лаборатории	**Низкая (1):** определяется временем обрушения над выгоревшим пространством	**Высокая (5):** информация поступает практически мгновенно (со скоростью звука)
Точность оконтуривания	**Средняя (3):** определяется частотой установки датчиков и огибанием волнами препятствий	**Высокая (4):** определяется расстоянием до пожара	**Низкая (1):** определяется огибанием волнами препятствий	**Высокая (5):** определяется координатами закладки сигнализаторов
Возможность определения стадии пожара	**Узкая (0):** не чувствителен к стадии самонагревания	**Широкая (4):** определяется при тарировке	**Узкая (0):** не чувствителен к стадии самонагревания	**Средняя (2):** определяется конструкцией сигнализаторов
Трудозатраты	**Средние (-3):** определяются установкой датчиков	**Низкие (-1):** определяются измерениями в зоне пожара и в лаборатории	**Низкие (-2):** определяются установкой системы регистрации	**Высокие (-5):** определяются изготовлением и установкой сигнализаторов
Стоимость	**Средняя (-3):** КЗ**: комплект оборудования ЭР**: установка датчиков и расшифровка данных	**Низкая (-1):** КЗ: комплект оборудования ЭР: проведение измерений в зоне пожара и в лаборатории	**Средняя (-3):** КЗ: комплект оборудования и установка датчиков ЭР: расшифровка данных	**Высокая (-5):** КЗ: комплект оборудования, изготовление и установка сигнализаторов ЭР: расшифровка данных
Экологичность	**Средняя (-2):** установка большого количества датчиков и дополнительное сотрясение массива	**Высокая (0):** практически не оказывается воздействие на окружающую среду	**Высокая (0):** практически не оказывается воздействие на окружающую среду	**Низкая (-4):** установка большого количества сигнализаторов и дополнительное сотрясение массива

**Начиная со второй строки и ниже принимается, что сигнализаторы установлены в зоне горения.*

***КЗ и ЭР – соответственно: капитальные затраты и эксплуатационные расходы.*

Цветом обозначены степени соответствия критерию: зеленый – сильное, желтый – среднее, красный – слабое.

ния, способа или целого подхода проявляются при сопоставительном анализе. Результат сопоставительного анализа различных подходов к акустической диагностике очагов пожаров в угольных пластах именно с этой точки зрения приведен *в таблице*.

Как следует из *таблицы*, «тонким местом» всей акустической диагностики очагов пожаров в угольных пластах является точность оконтуривания очагов на больших расстояниях от горящей кромки до координат установки чувствительных элементов. Однако следует отметить, что при этом нет ограничений на количество измерений и требования к координатам установки чувствительных элементов. При этом ситуации, в которых к местам нахождения очагов невозможно установить чувствительные элементы ближе, чем на несколько сотен метров, не часты. То есть, как правило, есть возможность провести замеры в местах, удаленных от очагов не более чем на 200-300 м, а как отмечено в [4, с. 107], несколько сотен метров достаточно для получения требуемой на практике точности локации микросейсмических событий при разработке угольных пластов. При этом, с учетом накопления информации в течение серии измерений, проведенных в разных координатах, зона поиска сужается.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА АКУСТИЧЕСКОГО СПОСОБА ИДЕНТИФИКАЦИИ ГОРЕНИЯ УГЛЯ (АСИГУ) ПОД КОНКРЕТНЫЕ УСЛОВИЯ

Главный вывод из сопоставления рассмотренных подходов, заметный из *таблицы*, заключается в понимании, как их следует комбинировать так, чтобы недостатки одних способов закрывались возможностями других.

Для практического применения того или иного подхода (или их комбинации) количественные оценки осуществляются суммированием выбранных сочетаний признака и предполагаемого метода, т.е. значений в скобках из соответствующих ячеек *таблицы*.

В зависимости от конкретной ситуации выбираются строки (в общем случае не обязательно все должны быть задействованы) и расставляются весовые коэффициенты для каждой строки. Эти коэффициенты отражают приоритетность в рассматриваемой ситуации (если какие-то критерии не учитываются, то им соответствуют коэффициенты со значением «0»). Максимальная сумма значений в скобках при минимальном количестве выбранных ячеек даст оптимальный вариант (1):

$$\Sigma = a_{п}N_{п} + a_{в}N_{в} + a_{д}N_{д} + a_{р}N_{р} + a_{о}N_{о} + a_{т}N_{т} + \\ + a_{ф}N_{ф} + a_{тр}N_{тр} + a_{с}N_{с} + a_{э}N_{э}, \quad (1)$$

где Σ – вычисляемая сумма (безразмерная величина); $a_{п}$ – весовой коэффициент применимости; $N_{п}$ – значение критерия «Применимость»; $a_{в}$ – весовой коэффициент применения в выработанном пространстве; $N_{в}$ – значение критерия «Возможность применения для диагностики пожаров в выработанном пространстве»; $a_{д}$ – весовой коэффициент достоверности; $N_{д}$ – значение критерия «Достоверность»; $a_{р}$ – весовой коэффициент расстояния; $N_{р}$ – значение критерия «Расстояние»; $a_{о}$ – весовой коэффициент оперативности; $N_{о}$ – значение критерия «Оперативность»; $a_{т}$ – весовой коэффициент точности оконтуривания; $N_{т}$ – значение критерия «Точность оконтуривания»; $a_{ф}$ – весовой коэффициент определения стадии (фазы) пожара; $N_{ф}$ – значение критерия «Возможность определения стадии пожара»; $a_{тр}$ – весовой коэффициент трудозатрат; $N_{тр}$ – значение критерия «Трудозатраты»; $a_{с}$ – весовой коэффициент стоимости; $N_{с}$ – значение критерия «Стоимость»; $a_{э}$ – весовой коэффициент экологичности; $N_{э}$ – значение критерия «Экологичность».

Например, если на некотором подземном угледобывающем предприятии, где не установлено никаких специальных средств акустической диагностики (ни системы стационарной пассивной акустической диагностики, ни сигнализаторов), возник пожар (например, регистрируются индикаторные газы) и требуется точно определить координаты очага, и при этом оперативность имеет заведомый приоритет (в сто раз) над затратами, то действовать следует так. Критерию «стоимость» присваиваем удельный вес «0,1», а критерию «оперативность» – «10».

Поскольку в условии задачи не указаны дополнительные требования (например, по экологичности или привлечению мобильных робототехнических средств и т.п.), то по *таблице* определяем, что максимальную оперативность дает комбинированная акустическая диагностика (если установлены сигнализаторы), но по условию задачи они не установлены. Следующим по оперативности идет мобильная пассивная диагностика – ее и следует применять. Если с ее помощью выявлено примерное местоположение очага, но четко его оконтурить не удается, то, учитывая условие про приоритет вопроса оперативности над вопросом стоимости, в зону предполагаемого очага устанавливаем сигнализаторы. Поскольку с помощью мобильной пассивной диагностики зона поиска сужена, то устанавливать сигнализаторы требуется в понятных местах – для уточнения пространственно-временного положения границ очага, т.е. уже действий по комбинированной диагностике становится меньше.

Количественно это выглядит так. Допустим, соотношение процедур по мобильной пассивной диагностике к комбинированной выглядит как 10:3. Тогда общие «трудозатраты» (по *таблице* для пассивной мобильной диагностики «–1», для комбинированной «–5») с учетом весовых коэффициентов определятся как:

$$[10\cdot(-1) + 3\cdot(-5)]/(10 + 3) = -25/13 = -1{,}92.$$

При этом оперативность комбинированного акустического метода (если сигнализаторы нужно устанавливать) мала и выигрывает только у стационарной пассивной акустической диагностики (учитывая, что по *таблице* для стационарной пассивной диагностики «оперативность» равна «1», а следующее значение – «3» – для активной диагностики, то логично, что комбинированная должна быть между ними), т.е. численное значение «2». Тогда общая оперативность при таком соотношении весовых коэффициентов составит:

$$[10\cdot 4 + 3\cdot 2]/(10 + 3) = 46/13 = 3{,}54,$$

а с учетом введенного коэффициента приоритетности («10»):

$$3{,}54\cdot 10 = 35{,}4.$$

Общая стоимость при этом составит:

$$[10\cdot(-1) + 3\cdot(-5)]/(10 + 3) = -25/13 = -1{,}92,$$

а с учетом введенного коэффициента приоритетности («0,1»):

$$-1{,}92\cdot 0{,}1 = -0{,}19.$$

В итоге суммирование полученных значений для оперативности, трудозатрат и стоимости даст:

$$35{,}4 + (-1{,}92) + (-0{,}19) = 33{,}29.$$

Получили положительное значение, т.е. предложенный вариант оправдан. Отметим, что если бы не было условия про приоритетность оперативности над стоимостью, то при прочих равных результат был бы иной:

$$3{,}54 + (-1{,}92) + (-1{,}92) = -0{,}3,$$

т.е. отрицательное значение, свидетельствующее о нерациональности выбранного пути решения. Соответственно пришлось бы пересматривать соотношение между процедурами по мобильной пассивной акустической диагностике к комбинированной (напомним, что в приведенном варианте оно составляло 10:3).

Каждая ситуация уникальна и характеризуется дополнительными условиями. Например, выявленная с помощью мобильной пассивной диагностики предполагаемая зона расположения очага находится в заизолированной области, и нарушать ее герметичность нельзя. В этом случае для размещения сигнализаторов бурят скважины по ненарушенному пространству (например, по почве пласта) из соседних выработок.

Таким образом, акустическая диагностика очагов пожаров в угольных пластах позволяет установить факт горения, определить координаты очагов и пространственно-временное положение их границ, а также стадию пожара, причем, конкретный способ диагностики (или их комбинация) выбирается, исходя из конкретных условий. Для этого важным в рассматриваемой задаче критериям присваиваются численные значения и вводятся дополнительные уточняющие коэффициенты – оптимальный вариант определяется по сумме вычисляемых значений.

ВЛИЯНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ

На сегодняшний день установлено, что основная часть урана в углях связана с органическим веществом и при его сгорании высвобождается, конденсируясь на тонкодисперсных аэрозолях [5, с. 25]. Методом микролокального анализа LAMP-ICP-MS (лазерная абляция – ионизация в индуктивно связанной плазме – анализ на квадрупольном масс-спектрометре) и с помощью методики ионного зондирования на установке Станфордского университета SHRIMP-RG (Sensitive high-resolution ion microprobe, reversed geometry) показано накопление урана на поверхности частиц зольного уноса: от центра частицы к ее поверхности концентрация урана возрастает на порядок [6, с. 58].

Важно отметить, что даже при низком (кларковом) содержании урана в угле при выгорании угля концентрация урана в уносе («ash-fly» в англоязычной литературе) повышается (согласно измерениям [7, с. 375] более, чем на порядок) и составляет десятки грамм на тонну. А поскольку содержание урана в углях не ограничивается кларковыми значениями и может достигать сотен грамм на тонну в угле (а известны случаи и десятки килограмм на тонну [8]), то в пыли (зольном уносе) концентрация урана становится существенно высокой.

Поэтому при возникновении эндогенных пожаров кроме отравления ядовитыми газами (прежде всего – угарным) появляется и проблема радиоактивного заражения. Согласно [9] наиболее опасным является попадание радиоактивной пыли в дыхательные пути. В отличие от радиоактивной пыли, осаждающейся на наружной поверхности, которую можно дезактивировать банальным отмыванием, пыль, попавшая в легкие при дыхании, ничем из организма не выводится и приводит к лучевой болезни [10, с. 91-92].

Появление угарного газа в рудничной атмосфере не всегда свидетельствует о начале пожара – угарный газ может попасть в выработки из разгерметизирующихся камер или под действием поршневых механизмов (например, из-за движения подвижных составов и иной техники) [11, с. 236; 12, с. 96-100]. К тому же угарный газ тяжелее воздуха и при нормальном – стоячем – положении человека быстро не попадает в дыхательные пути. Повышение концентрации радона регистрируется на поверхности, поскольку обусловлено температурной депрессией. Другое дело – пыль, взвешенная в рудничной атмосфере и гомогенно витающая в ней. Таким образом, новый способ диагностики пожара актуален как для повышения надежности идентификации подземного пожара, так и с точки зрения безопасности (для спасения жизни и здоровья людей).

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИЗЫСКАНИЙ

Как отмечалось выше, до этого рассматривались акустические способы диагностики очагов пожара в угольных пластах, связанные с регистрацией изменения акустического поля, вызванного самонагреванием и горением угля. Однако роль акустики в диагностике эндогенных пожаров не ограничивается.

Акустическое поле может быть и управляющим: при определенном подборе параметров за счет характерных отличий пылинок, подвергшихся осаждению урана, по их поведению во внешнем акустическом поле можно получать информацию о возникновении пожара.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Акустическая диагностика эндогенных пожаров подразделяется на активное, пассивное и комбинированное направления, внутри каждого из которых содержится множество различных способов. Для выбора оптимального в конкретных условиях варианта следует применять целевую функцию в виде суммы произведений оценки выполняемости того или иного критерия на значимость данного критерия в рассматриваемых условиях.

Диагностика пожара также может осуществляться из анализа пылевоздушной картины, формируемой акустическим полем.

Список литературы • References

1. Федоров Д.А. Исследование влияния лобовых аэродинамических сопротивлений на воздухораспределение в шахтной вентиляционной сети: дис. … канд. техн. наук. М.: НИТУ МИСИС, 2026. 137 с. https://misis.ru/science/dissertations/2026/3943/.
2. Кобылкин С.С., Федоренко Е.И. Проблема подземных пожаров и их тушения на больших глубинах в угольных шахтах // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № S7. С. 197-207.
   Kobylkin S.S., Fedorenko E.I. The challenge of underground fires and their suppression at great depths in coal mines. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'.* 2011;(S7):197-207. (In Russ.).
3. Рыбичев А.А. Повышение пылевзрывобезопасности при подземной разработке высокогазоносных угольных пластов, содержащих тяжелые углеводороды: дис. … канд. техн. наук. М.: НИТУ МИСИС, 2026. 122 с. https://misis.ru/science/dissertations/2026/3913/.
4. Совместная обработка данных поверхностных и подземных систем микросейсмического мониторинга при добыче твердых полезных ископаемых / Г.Н. Логинов, С.В. Яскевич, А.А. Дучков и др. // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2015. № 5. С.100-107.
   Loginov G.N., Yaskevich S.V., Duchkov A.A., Serdyukov A.S. Combined processing of data from surface and subsurface microseismic monitoring systems in mining solid minerals. *Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemkyh*. 2015;(5):100-107. (In Russ.).
5. Овсейчук В.А., Крылов Д.А., Сидорова Г.П. Радиационные выбросы от угольных ТЭС // Вестник ЗабГУ. 2012. № (10). С. 24-29.
   Ovseichuk V.A, Krylov D.A., Sidorova G.P. Radiating emissions from coal thermal power plants. *Vestnik Zabajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta.* 2012;(10);24-29. (In Russ.).
6. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Уран в углях. Российская академия наук, Уральское отделение, Коми научный центр. Сыктывкар, 2001. 84 с.
7. Сидорова Г.П., Крылов Д.А. Оценка содержания радиоактивных элементов в углях и продуктах их сжигания // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. №7. С. 369-376
   Sidorova G.P., Krylov D.A. Evaluation of the content of radioactive elements in coals and products of combustion. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'.* 2015;(7):369-376. (In Russ.).
8. Breger I.A., Chandler I.C. Extractability of humic acids from coalified logs as a guide to temperatures in Colorado Plateau sediments. *Econ. Geol*. 1960;(5):1039-1047.
9. Нормы радиационной безопасности», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 7 июля 2009 года № 47. Документ называется СанПиН 2.6.1.2523-09. 2009. 84 с.
10. Капцов В.А., Золотникова Г.П., Гегерь Э.В. Риск здоровью населения в условиях техногенного загрязнения. Брянск: Группа компаний «Десяточка». 2016. 160 с.
11. Малашкина В.А., Лобазнов А.В. Система автоматизированного контроля возгораний в угольных шахтах // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2008. Отдельный выпуск № 6. С. 232-237.
    Malashkina V.A., Lobaznov A.V. Automated fire monitoring system in coal mines. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'.* 2008;(6):232-237. Separate Issue.
12. Динамика выхлопных газов от дизельных машин в рудниках / С.С. Кобылкин, Н.О. Каледина, А.С. Кобылкин и др. // Горный журнал. 2023. № 12. С. 94-102. DOI: 10.17580/gzh.2023.12.15.
    Kobylkin S.S., Kaledina N.O., Kobylkin A.S., Senatorov V.A. Diesel exhaust gas dynamics in underground mines. *Gornyj zhurnal.* 2023;(12):94-102. (In Russ.). DOI: 10.17580/gzh.2023.12.15.

Authors Information

Borisenko D.I. – PhD (Engineering), Leading Researcher, National Research Centre Kurchatov Institute, Moscow, 123182, Russian Federation, e-mail: dima-luxinzhi@mail.ru

Kobylkin S.S. – Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Safety and Ecology of Mining Production, Mining Institute, National University of Science and Technology MISIS (NUST MISIS), Moscow, 119049, Russian Federation, e-mail: kobylkin.s@misis.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 6.04.2026
Поступила после рецензирования: 17.08.2026
Принята к публикации: 31.08.2026

Paper info

Received April 6, 2026
Reviewed August 17, 2026
Accepted August 31, 2026

В Кемеровской области – Кузбассе состоялось чествование лучших горняков и шахтерских коллективов. Всего государственных, областных, ведомственных, муниципальных и корпоративных наград удостоились более семисот работников предприятий Компании

Многочисленные делегации горняков приняли участие в шахтерских парадах и прошли торжественным маршем по улицам Новокузнецка и Кемерово.

Главным событием дня стало чествование передовиков производства на Московской площади в областном центре. Губернатор вручил награды работникам Компании «СУЭК-Кузбасс», внесшим значимый вклад в развитие отрасли.

«*Сегодня особенный день, когда мы с осознанием достигнутого оглядываемся на пройденный путь. Но главный повод для гордости – наша команда. Именно профессионализм горняков и преданность делу делают Компанию сильнее с каждым днем. Впереди нас ждут новые амбициозные задачи, и мы готовы двигаться только вперед*», – отметил ***руководитель Компании «СУЭК-Кузбасс» Виктор Климов***.

Особое внимание в праздничные дни уделили шахтерским династиям и семьям Кузбасса. Ярким примером преемственности поколений стала семья Кадровых: братья Владимир и Сергей трудятся в шахтоуправлении имени А.Д. Рубана. Их пример вдохновляет молодых специалистов сохранять горняцкие традиции и верность профессии. Кроме того, пятерым семьям горняков-передовиков производства вручили автомобили в торжественной обстановке в преддверии праздника.

Служба по связям и коммуникациям АО «СУЭК-Кузбасс»