© В.С. Рогалис, М.В. Павленко, А.А. Шилов, 2016

УДК 622.8

В.С. Рогалис, М.В. Павленко, А.А. Шилов

СОЧЕТАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ И РАДИАЦИИ НА ЗДОРОВЬЕ ШАХТЕРОВ

Отражен проведенный анализ радиационной опасности в угольных шахтах как при проведении горных выработок так и при добыче полезного ископаемого. Установлено, что наряду с наличием вредной пыли в атмосфере горных выработок появляется радиоактивный газ радон. Дана оценка уровня загрязнения атмосферы горных выработок вредными веществами, предложены пути борьбы с этими опасными факторами.

Ключевые слова: угольная пыль, радон, профессиональный фактор, пылеобразование, радиационная безопасность, шахта, пылеобразование, радиационная обстановка.

При разработке угольных месторождений в атмосферу горных выработок выделяется метан, а также большое количество пыли. Вместе с тем установлено, что в атмосферу горных выработок выделяется и радиоактивный газ радон.

Важным фактором условий труда шахтеров угольных шахт является канцерогенная опасность загрязнителей воздушной среды. Ранее нами была установлена бластомогенная активность по показателю опухолеобразования в легких витающей угольной золы [9]. В то же время канцерогенная опасность исходной угольной пыли остается неизвестной.

До настоящего момента основным неблагоприятным профессиональным фактором в угольных шахтах является пыль [1]. Пылеобразование происходит при всех технологических процессах по добыче, переизмельчении и транспортировке угля и породы. Степень пылеобразования зависит от горно-геологических условий, водообильности шахты, способа выемки и транспортировки угля. Установлено, что на крепких углях пыли образуется больше, чем на мягких, уровень пылеобразования ниже при добыче влажного угля. Особенно большое количество пыли образуется при работе проходческих и очистных комбайнов, очистных комплексов. Концентрация пыли в зоне работы машинистов комбайнов при отсутствии средств борьбы с пылью могут достигать сотен мг/м^3 воздуха.

Допустимые уровни запыленности воздуха на рабочих местах шахтеров угольных шахт представлены в табл. 1. Они зависят от содержания свободного кремнезема и равняются от 2 до 10 мг/м^3.

Проведенная комплексная гигиеническая оценка динамики пылевого фактора в шахтах различных угольных месторождений РФ и показателей заболеваемости шахтеров пневмокониозом также позволила установить большую заболеваемость горнорабочих очистных забоев по сравнению с проходчиками и всеми горнорабочими, подвергающимися действию угольной пыли.

Наиболее опасный из макрокомпонентов пыли – кремнозем, двуокись кремния, которая активно воздействует на легочную ткань, вызывая силикоз. Фиброгенная активность угольной пыли меньше, однако концентрация этой пыли в воздухе шахт и разрезов, как правило, выше, чем при добыче урановой руды. Кроме того, угольная пыль практически всегда содержит в виде примесей то или иное количество свободной двуокиси кремния (табл. 2).

Таблица 1

Предельно допустимые уровни угольной пыли (ГОСТ 12.1.005-76)

Характеристика пыли	**Предельно допустимая концентрация, мг/м^3**
Пыль угольная и угольнопородная, содержащая более 10% свободного кремнозема	2,0
Пыль угольная, содержащая от 2 до 10% свободного кремнозема	4,0
Пыль угольная, содержащая менее 2% свободного кремнозема	10,0

Таблица 2

Содержание свободной двуокиси кремния в угольной пыли различных бассейнов

Бассейн	**Содержание свободной двуокиси кремния, %**
Донецкий: Угли Антрацит	 1,7–2,5 2,0–8,0
Карагандинский	0,4–10,0
Кизеловский	7,0–20,0
Кузнецкий	1,0–12,5
Подмосковный угли сланцы	0,8–6,8 16,0–28,0

Другая форма пылевой патологии, близкая к пневмокониозам, хронические пылевые бронхиты. Но борьба с пылью в шахтах сопряжена с большими сложностями, которые возрастают вместе с механизацией труда и повышением производительности машин и оборудования. Запыленность зачастую выше там, где выше уровень механизации. Мероприятия, направленные на снижение запыленности, не удовлетворяют темпам развития техники, создающей запыление. Несмотря на применение ряда мероприятий по пылеподавлению, запыленность воздуха на рабочих местах остается высокой и превышает допустимые нормы.

Исходя из этого, можно заключить: связь заболеваемости пневмокониозом со степенью метаморфизма разрабатываемых углей подтверждает мнение о том, что в развитии кониотического процесса у шахтеров-угольщиков важную роль играют специфические свойства собственно угольной пыли. Пыль антрацита занимает особое место, значительно превосходя по своей агрессивности все другие вилы угольной пыли.

До последнего времени наши медики считали, что пыль является основной причиной заболевания рака легких. Главную роль в провокации этой болезни вызывает радиация [11].

Имеются отдельные сведения о повышенной (в 10 раз) заболеваемости раком легких шахтеров некоторых бассейнов. Все дополнительные случаи рака легких шахтеров таких бассейнов, очевидно, нельзя относить за счет облучения, поскольку канцерогенные вещества могут содержаться в пыли или воздухе, если в нем присутствуют продукты сгорания топлива, образующиеся при работе двигателей.

Большая часть исследователей, не отмечает повышенной заболеваемости шахтеров раком легких. Это, возможно, обусловлено тем, что шахтеры, подвергшиеся наибольшему воздействию радиации и пыли, умирают от пневмокониоза или других причин до того, как у них успевает развиться злокачественная опухоль. Во всяком случае, радиационно-обусловленный рак легких у шахтеров-угольщиков, как считают, не является ведущим видом профессиональной патологии, а только резко вспомогательной.

Радиационная опасность в угольных шахтах связана с естественными радионуклидами, содержащимися в углях и вмещающих породах. Это уран-238, торий и калий-40. Основной вклад в дозу облучения персонала вносят дочерние продукты распада радона и тория, а также долгоживущие радионуклиды рядов урана и тория, присутствующие в шахтной атмосфере в виде аэрозолей.

Радон является наиболее опасным из всех природных источников радиации. Он не имеет цвета, вкуса и даже запаха, но при этом обладает массой других, чрезвычайно опасных для организма человека качеств. Учеными установлено, что радиационное облучение способствует возникновению болезней легких, а также раковых заболеваний, влияет на организм человека на генетическом уровне.

Одним из компонентов радиационного фона на угольных шахтах и разрезах является гамма-излучение углей и вмещающих пород, обусловленное содержащимися в них радионуклидами естественных радиоактивных семейств урана и тория, а также радиоактивного изотопа калия-40.

Радиационная обстановка в шахте зависит, главным образом, от интенсивности ее проветривания, содержания урана и тория в углях и вмещающих породах и, наконец, от скорости выделения радона и торона в шахтную атмосферу, а также от гамма-фона.

Данные предварительного обследования, проведенного в 1992–1994 гг. специализированной организации «Нитон» и институтом МакНИИ показали, что около 90% шахт в угольной промышленности России и Украины имеют достаточно благоприятную радиационную обстановку. Годовая дозовая нагрузка этих категорий трудящихся составляет не более 5 мЗв/год [1]. В остальных 10% обследованных шахт один или несколько определяющих показателей существенно отличаются от допустимых значений (табл. 3). Причина – высокое содержание пыли в атмосфере очистных и проходческих выработок, доходящее до сотен мг/м^3.

Ведущиеся с 1989 г. исследования золошлаковых отходов (около 50 тепловых электростанций и 20 видов сжигаемых на них углей) на загрязнение ЕРН показали целесообразность сертификации углей и отходов по радиационному признаку, например, целью широкой реализации последних в промышленности строительных материалов. Это обусловлено тем, что при общей благополучной радиационной обстановке на отдельных предварительно обследованных ТЭС загрязненность ЗШО естественными радионуклидами при сжигании некоторых видов углей, например, подмосковных и азейских, повышена и достигает 520 Бк/кг при нормативе их бесконтрольного использования в строительстве 370 БК/кг.

В ходе проведенных в 1992–1994 гг. МакНИИ и НТЦ «КОРО» при участии подразделений горноспасательной службы предва-

Таблица 3

Уровни облучения подземного персонала угольных шахт

Расположение угольного производственного объединения	Число шахт	Удельная активность радия–226, бк/кг				Средняя доза облучения персонала, мЗв/год		Число шахт с макс. индивидуальными дозами, мЗв/год		
		в углях		в породах		пределы по отдельным шахтам	в целом по ПО	>1	>2	>5
		ср.	макс.	ср.	макс.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Гуково	15	21	62	67	86	0,7–2,7	1,5	14	10	4
Ростов	27	20	51	68	119	0,4–3,9	1,4	26	16	2
Тула	26	23	39	50	93	0,2–0,5	0,4	14	1	–
Инта	6	16	20	23	29	0,6–1,0	0,8	6	–	–
Воркута	12	16	25	32	49	0,4–1,1	0,6	4	1	–
Новокузнецк	19	19	43	48	66	0,2–1,1	0,6	13	–	–
Кемерово	13	16	35	54	80	0,3–1,5	0,7	9	1	–
Ленинск	7	10	17	34	37	0,4–0,9	0,7	5	1	–
Кизел	8	50	75	58	96	0,7–1,6	1,0	8	2	–
Челябинск	7	28	36	43	57	0,2–1,1	0,7	5	1	–
Вахрушево	2	18	26	45	68	–	0,3	–	–	–
В целом:	142					0,2–3,9	0,	104	33	6

рительных обследований радиационно-опасных фактов (РОФ) на 283 шахтах Украины установлено, что:

• в 84% обследуемых шахтах было превышение допустимого уровня воздействия на легкие (УВЛ) горнорабочих проходческих и очистных забоев;

• на 46% обследуемых шахтах пылерадиационный фактор (ПРФ) играл определяющую роль в формировании неблагоприятной радиационной обстановки, несмотря на невысокую среднюю эффективность горной массы (углей) порядка 50Бк/кг и пород около 140 Бк/кг.

Причина – высокое содержание рудничной пыли в атмосфере очистных и проходческих выработок, доходящее до со-

тен мг/м^3. В связи с этим возникает вопрос об определении предельно допустимой запыленности по радиационному фактору.

Установленный в результате проведенных радиационных исследований и испытаний недопустимый (в соответствии с действующими государственными нормативами) уровень радиационно опасных факторов на ряде объектов отрасли свидетельствует о необходимости осуществления комплекса работ для нормализации радиационной обстановки на предприятиях по добыче и переработке угля.

Установленный в результате проведенных радиационных исследований недопустимый в соответствии с действующими государственными нормативами [1, 2] уровень радиационно-опасных факторов на ряде объектов отрасли свидетельствует о необходимости осуществления комплекса работ для нормализации радиационной обстановки на предприятии по добыче и переработке угля.

В документе «Санитарных правил обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99 [2] записано: «Производственный контроль за радиационной безопасностью в организации, где происходит облучение работников природными источниками излучения (ИИИ)» в дозе более 1 мЗв в год, должно осуществляться специальной службой или лицами, ответственными за радиационную безопасность. Такой радиационный контроль осуществляют организации или владельцы предприятий. Они же ведут и учет индивидуальных доз облучения работников и общее состояние радиационно-экологической обстановки на предприятии [5].

В проектах шахт, в том числе, проектах реконструкции шахт, горизонтов, должен содержаться специальный раздел, предусматривающий контроль и обеспечение радиационной безопасности. Ввод и эксплуатацию новых и реконструируемых шахт, горизонтов, блоков, панелей, которые должны быть обеспечены средствами радиационной защиты, но не обеспечены, не допускаются.

При возникновении эндогенных пожаров в выработанных пространствах угольных шахт образуются не только газы, характеризующие реакцию интенсивного окисления угля (окись и двуокись углерода, водород, ряд тяжелых углеводородов), но и радон. В результате фильтрационно – диффузионных процессов при нагреве угля и пород радон под воздействием паров воды и рудничных газов диффундирует в действующие выработки

и к поверхности земли по макротрещинам горного массива и аэродинамическим каналам выработанного пространства.

Согласно «Методики определения фонов индикаторных газов в выемочных полях шахт России» радон по информативности, при использовании его в качестве индикаторного газа занимает третье место после окиси углерода и водорода. Согласно требованию п.3.1 этой методики фон индикаторных газов [2] оценивается в каждом очистном забое. Данная методика позволяет организовать реализацию требований Правил безопасности [6] по следующим пунктам:

- в части обеспечения надежности контроля признаков пожаров при отработке пластов угля, склонного к самовозгоранию;
- в части организации контроля за ранними признаками самонагревания (самовозгорания) угля по фоновому самонагреванию (самовозгоранию) угля по фоновому присутствию индикаторных газов в выработках;
- в части определения границ пожарного участка;
- в части контроля (обнаружения) фонового содержания индикаторных газов в исходящей струе воздуха из вскрываемого для списания пожара аварийного участка.

Важнейшим путем решения задачи радиационного контроля является оценка потенциальной радоноопасности горных выработок с целью определения требуемой радонозащиты. Оценка потенциальной радоноопасности горных выработок основана на:

- анализе фактических значений объемной активности (ОА) радона в шахтной атмосфере;
- изучении зависимостей между плотностью потока радона (ППР) с поверхности горных выработок, подземных вод и ОА радона в выработанном пространстве;
- установлении закономерностей процесса выделения радона по всем его источникам.

Кроме этого, в правилах безопасности угольных шахт (РД 05-94-95) были требования контроля и обеспечения радиационной безопасности:

- на шахтах должен осуществляться комплекс организационно-технических мероприятий, обеспечивающих выполнение требований Норм радиационной безопасности (НРБ-76/87) и основных санитарных правил работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений (ОСТ-72/87);
- в проектах шахт, в том числе проектах реконструкции шахт, горизонтов, должен содержаться специальный раздел, предусматривающий контроль и обеспечение радиационной безопас-

ности. Ввод в эксплуатацию новых и реконструируемых шахт, горизонтов, блоков, панелей, должны быть обеспечены средствами радиационной защиты и контроля.

В действующих правилах безопасности (ПБ 05-618-03) напрямую отсутствуют требования контроля и обеспечения радиационно-экологической безопасности.

Учитывая, что в угольной промышленности действует более 300 шахт и разрезов, оценку радиационной обстановки следует проводить в два этапа. На первом этапе проводят предварительную работу, которая заключается в отборе образцов углей и вмещающих пород с последующим измерением содержания в них радия 226, тория 228 и калия 40, а также в излучении радиоактивной загрязненности исходящих воздушных струй, запыленности рудничной атмосферы, а параметры вентиляционной системы принимаются по данным текущего контроля.

Прогнозирование дебита радона шахты и ее отдельных участков является наиболее сложной задачей при определении необходимого количества воздуха по радиационному фактору. Большое число факторов, влияющих на процесс радоновыделения, и вариабельность горно-геологических условий не позволяют теоретически рассчитать дебет радона, поэтому для его оценки обычно используют метод аналогий и эмпирические зависимости, установленные в процессе радиационного обследования шахт, чаще всего это приведенное к единичному содержанию радия 226 и тория 228 в углях и вмещающих породах.

Средние значения дозы внешнего гамма-облучения, полученное при обследовании шахт, составляют для выработок в пройденных угольных пластах – 0,06 мЗв/год, а для полевых – 0,12 мЗв/год.

Из вышеизложенного следует, что на угольных шахтах и разрезах внешнее гамма-излучение не является значимым радиационно-опасным фактором, а систематический контроль и учет дозы внешнего облучения подземного персонала необходимы только на тех шахтах, где удельная активность углей и пород по радию 226 превышает 200 Бк/кг, а по торию – 150 Бк/кг.

Задачами обследования по оценке содержания радионуклидов на рабочих местах являются:

- определение содержания естественных радионуклидов в углях и вмещающих породах;
- расчет содержания ДРН в атмосфере (с учетом данных о запыленности воздуха) по всем рабочим местам и транспортным выработкам;

• расчет мощности дозы гамма-излучения по всем рабочим местам с учетом содержания ЕРН в углях и вмещающих породах;

• определение содержания радона и ВСЭ ДПР и ДПТ во всех исходящих и входящих воздушных струях шахты;

• расчет ВСЭ ДПР и ДПТ на всех рабочих местах с учетом фактического распределения воздуха в рудничной вентиляционной сети;

• расчет уровней суммарного воздействия РОФ на всех рабочих (с учетом использования средств индивидуальной защиты органов дыхания);

• оценка радиационной обстановки на шахте и подготовка предложения по организации дозиметрического контроля и повышению эффективности использования средств защиты.

Углубленное изучение радиационной обстановки проводят с целью выбора оптимального комплекса дополнительных мер, позволяющих полностью нормализовать радиационную обстановку с минимальными затратами.

Основными задачами второго этапа обследований являются:

• измерение уровней РОФ на всех рабочих местах и в транспортных выработках и расчет доз облучения отдельных лиц с учетом маршрута их передвижения по горным выработкам;

• проведение газовоздушной съемки шахты и определение источников радиоактивного загрязнения атмосферы;

• выбор рационального комплекса корректирующих защитных мероприятий, обеспечивающего соблюдение норм радиационной безопасности для всего подземного контингента работников.

Количественная оценка радиационного риска и обоснование допустимых пределов воздействия радионуклидов на организм шахтеров являются весьма сложной задачей, рассмотрение которой выходит за рамки «Методики...» [4]. Поэтому при оценке радиационной обстановки на угольных шахтах и разрезах следует ориентироваться на официальные документы [4, 5].

Совместное действие на организм радона и ряда факторов окружающей среды (пыль, выхлопные газы автотранспорта, продукты сгорания, табак и др.) усиливают неблагоприятные эффекты, обусловленные этими факторами. Установлено, что в сочетании с табачным дымом онкогенный эффект действия радона возрастает в 2–10 раз и, что особенно важно, сокращается скрытый период развития рака легких (у курящих шахтеров на 3–12 лет). По мнению специалистов, удвоение частоты рака

легких по сравнению с мало облучаемым населением следует ожидать у людей, подвергавшихся в течение жизни воздействию радона при его концентрации в окружающей среде равной 300–500 Бк·м$^{-3}$.

Для наглядности была рассчитана дозовая нагрузка для шахтеров одной из шахт производственного объединения «Тулауголь». В расчет приняты два основных радиационно-опасных фактора: мощность экспозиционной дозы (гамма-фон) и содержание в шахтной атмосфере радиоактивных элементов в угольной пыли. Общая средняя дозовая нагрузка за время пребывания в шахте 1700 часов/год составила 1,83 мЗв, что не отличается от средних значений других угольных предприятий. Хотя есть шахты в АО «Гуковуголь» и ПО «Ростовуголь», в которых базовые нагрузки достигают от 4,5 до 13 мЗв/год, что является довольно опасной величиной.

Поэтому радиоэкологическое обследование угольных шахт должно стать одной из составляющих программы обеспечения безопасности шахтеров. Этого же требуют и «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ» [2], где в п.2.4.6. записано: «Производственный контроль за радиационной безопасностью в организации, где происходит облучение работников природными источниками излучения в дозе более 1мЗв/год должно осуществляться специальной службой или лицом, ответственным за радиационную безопасность. Такой радиационный контроль предусматривает проведение контроля и учета индивидуальных доз облучения работников и периодичность согласования с органами Госпотребнадзора».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Книжников В.А.*, *Новикова Н.К. и др.* К вопросу о биосоматической эффективности сочетанного действия компонентов летучей угольной золы // Гигиена и санитария. – 1987. – № 3.

2. *Раков А.И.*, *Вагнер А.И.* Заболеваемость предшествующая раку легких / Материалы съезда онкологов УССР. – Киев, 1963.

3. *Яворский З.И.* Искусственные источники естественных радионуклидов в окружащей среде / Симпозиум по естественной радиации окружающей шахтной среды. – Хьюстон, 1981.

4. *Нормы* радиационной безопасности (НРБ-99).

5. *Основные* санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСОПОРБ-99).

6. *Методика* определения фонов индикаторных источников на выемочных полях шахты России. Утверждено 28.05.1997 г. Зам. председателя Госгортехнадзора России.

7. *Методика* оценки радиационной обстановки на угольных шахтах и разрезах РД 8-016-91, 1992.

8. *Федеральный* Закон «О радиационной безопасности населения». Принят Госдумой 05.12.1995 г.

9. *Федеральный* Закон «О государственном регулировании в области добычи и использования угля, об особенностях социальной политики работников организаций угольной промышленности» от 20.06.1996 г.

10. *Методика* определения фонов индикаторных газов на выемочных полях шахт России. Утверждено 29.05.1997 г. Первым Заместителем топлива и энергетики.

11. *Медико*-биологическое исследование по обоснованию нормативов радиационной безопасности в угольных шахтах при считанном воздействии радиационных факторов и запыленности. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Рогалис Викотор Станиславович – доктор технических наук, зав. лабораторией, НПК «Техсервис»,
Павленко Михаил Васильевич – кандидат технических наук, МГИ НИТУ «МИСиС», e-mail: ud@msmu.ru,
Шилов Анатолий Алексеевич – кандидат технических наук, эксперт, НПК «Техсервис».

UDC 622.8

V.S. Rogalis, M.V. Pavlenko, A.A. Shilov

THE COMBINATION OF EXPOSURE TO COAL DUST AND RADIATION ON THE HEALTH OF MINERS

The article presents the analysis of the radiation hazards in coal mines both during mining and during mining of the mineral. Installed that along with the presence of harmful dust in the atmosphere of the mine workings appears radioactive gas radon. Estimation of the pollution level of the mine workings with harmful substances and th ways of combating these dangerous factors.

Key words: coal dust, radon, occupational factor, dusting, radiation safety, mine, dust, radiation situation.

AUTHORS

Rogalis V.S.[1], Doctor of Technical Sciences,
Pavlenko M.V., Candidate of Technical Sciences,
Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS»,
119049, Moscow, Russia, e-mail: ud@msmu.ru,
Shilov A.A.[1], Candidate of Technical Sciences,
[1] NPK «Techservice», Moscow, Russia.

REFERENCES

1. Knizhnikov V.A., Novikova N.K. *Gigiena i sanitariya*. 1987, no 3.

2. Rakov A.I., Vagner A.I. *Materialy s"ezda onkologov USSR* (Proceedings of USSR Conference of Oncologists), Kiev, 1963.

3. Yavorskiy Z. I. *Simpozium po estestvennoy radiatsii okruzhayushchey shakhtnoy sredy* (Symposium on Natural Radiation in Mine Ambient Environment), Houston, 1981.

4. *Normy radiatsionnoy bezopasnosti (NRB-99)* (Radiation Safety Standards (NRB-99)).

5. *Osnovnye sanitarnye pravila obespecheniya radiatsionnoy bezopasnosti (OSOPORB-99)* (Basic sanitary regulations for radiation safety (OSOPORB-99)).

6. *Metodika opredeleniya fonov indikatornykh istochnikov na vyemochnykh polyakh shakhty Rossii*. Utverzhdeno 28.05.1997 (Determination procedure of background values of indicator sources in open pit and underground mines in Russia. Approved 28.05.1997).

7. *Metodika otsenki radiatsionnoy obstanovki na ugol'nykh shakhtakh i razrezakh RD 8-016-91* (Radiation assessment procedure for open pit and underground coal mines RD 8-016-91), 1992.

8. *Federal'nyy Zakon «O radiatsionnoy bezopasnosti naseleniya»*. Prinyat Gosdumoy 05.12.1995 (Federal Law on Radiation Safety of People, 05.12.1995).

9. *Federal'nyy Zakon «O gosudarstvennom regulirovanii v oblasti dobychi i ispol'zovaniya uglya, ob osobennostyakh sotsial'noy politiki rabotnikov organizatsiy ugol'noy promyshlennosti»* ot 20.06.1996 (Federal Law on Governmental Regulation in the Field of Coal Mining and Utilization, Peculiarities of Social Policy in Mines, 20.06.1996).

10. *Metodika opredeleniya fonov indikatornykh gazov na vyemochnykh polyakh shakht Rossii*. Utverzhdeno 29.05.1997 (Determination procedure of background values of indicator gases in mines in Russia. Approved 29.05.1997).

11. *Mediko-biologicheskoe issledovanie po obosnovaniyu normativov radiatsionnoy bezopasnosti v ugol'nykh shakhtakh pri schitannom vozdeystvii radiatsionnykh faktorov i zapylennosti* (Biomedical research to validate radiation safety standards for coal mines under observed impact of radiation and dustiness).

ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО СИМПОЗИУМА «НЕДЕЛЯ ГОРНЯКА-2016»

Коллектив авторов

В сборник вошли статьи по проблемам горнопромышленной геологии, геофизики, маркшейдерского дела и геометрии недр, геомеханики, разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики, горной теплофизики, экономики и менеджмента горного производства, геоэкологии, геоинформатики, геотехнологии (подземной, открытой, строительной), освоения подземного пространства мегаполисов, горных машин, электротехнических систем и комплексов, обогащения полезных ископаемых.

PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL SCIENTIFIC SYMPOSIUM «MINER'S WEEK-2016»

The authors

The collection includes articles on the problems of mining Geology, Geophysics, mine surveying and geometry of mineral resources, geomechanics, destruction of rocks, miner aerogasdynamics and mountain Thermophysics, Economics and management of mining production, Geoecology, Geoinformatics, Geotechnology (underground, open and construction), development of underground space of megacities, mining machinery, electrical systems and complexes, mineral processing.