

УДК [622.8.012.2:519.23].004.6

**Булат А.Ф.**, академик НАН Украины, д-р техн. наук, профессор,

**Бунько Т.В.**, д-р техн. наук, ст. научн. сотр.,

**Кокоулин И.Е.**, канд. техн. наук, ст. научн. сотр.

(ИГТМ НАН Украины)

**Ященко И.А.**, канд. техн. наук

(Минэнергоуголь Украины)

## УПРАВЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯМИ АВАРИЙНОСТИ И ТРАВМАТИЗМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТРИЦЫ РИСКОВ

**Булат А.Ф.**, академік НАН України, д-р техн. наук, професор,

**Бунько Т.В.**, д-р техн. наук, ст. наук. співр.,

**Кокоулін І.Є.**, канд. техн. наук, ст. наук. співр.

(ІГТМ НАН України)

**Ященко І.О.**, канд. техн. наук

(Міненерговугілля України)

## КЕРУВАННЯ ПОКАЗНИКАМИ АВАРИЙНОСТІ І ТРАВМАТИЗМУ З ВИКОРИСТАННЯМ МАТРИЦІ РИЗИКІВ

**Bulat A.F.**, Acad. NASU, D.Sc.(Tech.), Professor,

**Bunko T.V.**, D.Sc.(Tech), Senior Researcher,

**Kokoulin I.Ye.**, Ph.D (Tech), Senior Researcher

(IGTM NAS of Ukraine)

**Yashchenko I.A.**, Ph.D (Tech)

(Ministry of Power Engineering  
and Coal of Ukraine)

## CONTROL INDEXES OF ACCIDENT RATE AND TRAUMATISM ON COAL MINES WITH THE USE MATRIX OF RISKS

**Аннотация.** Аварийность и травматизм требуют постоянного усовершенствования мероприятий системы управления охраной труда и разработки новых подходов к оценке рисков горного производства. Этой цели служит идентификация опасности и оценки риска травматизма, профзаболеваний, нарушений условий труда на рабочих местах и возникновения аварийных ситуаций, обеспечивающая полуколичественный подход к оценке и управлению риском, возможность вероятностной оценки и учета не только опасных и вредных факторов производственной среды, но и возможность принятия аргументированного решения по выбору корректирующих и предупреждающих мероприятий, определению количественно измеряемых целей и задач по охране труда. Рассмотрены разные аспекты оценки производственных рисков и использования для этой цели матрицы рисков. Приведен пример формирования матрицы рисков возникновения аварии, сопровождающейся травматизмом, на угольном предприятии.

**Ключевые слова:** аварийная ситуация, производственный травматизм, риск, матрица рисков.

Благодаря решениям Государственного горного надзора и промышленной безопасности Украины, исполнению плана мероприятий Министерства топлива и энергетики Украины по выполнению Стратегии устойчивого развития «Украина-2020» и Программы повышения безопасности труда на угледобывающих и шахтостроительных предприятиях на 2011-2015 гг. [2,3], аварийность и травматизм на шахтах Украины за последние годы постепенно снижается, есть тенденция более эффективно защитить человека от производственных опасностей, в том числе методами и средствами систем управления производством и охраной труда (СУПОТ) и противоаварийной защиты (СПАЗ).

Тенденция изменения количества случаев общего производственного травматизма и количества аварий и аварийных ситуаций представлена на рис. 1.

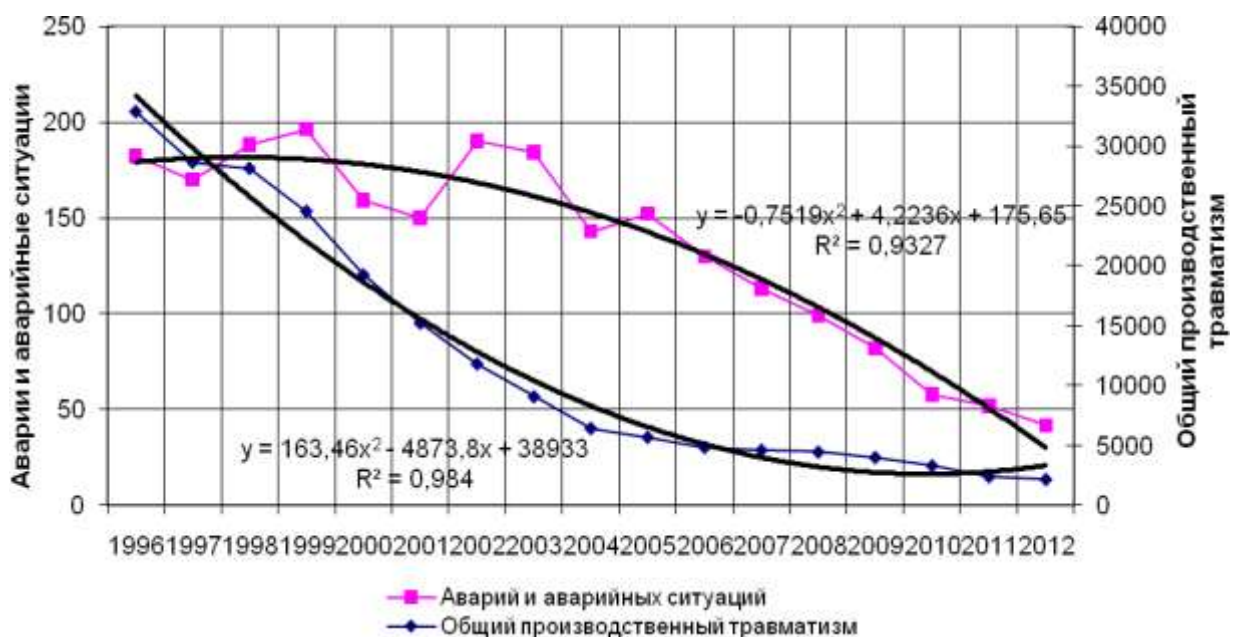


Рисунок 1 - Тенденции изменения количества случаев общего производственного травматизма и количества аварий и аварийных ситуаций

Можно выделить три основных характерных для Украины вида производственного травматизма, связанного с человеческим фактором: человек погибает, потому что сознательно идет на нарушения требований Правил безопасности [1] и подвергает себя смертельному риску; несчастный случай происходит в результате действий (или бездействия) руководителя или товарищей по работе; рабочий допускает в шахту без твердых знаний и умения соблюдать элементарные требования поведения в подземных условиях [4].

Тяжелые аварии на шахтах, связанные с взрывами газа и пыли происходят также по организационным причинам. Установлено, что все реже причиной аварий является отказ современного оборудования, а на первое место выходит человеческий фактор [5]. Поэтому задача повышения дисциплины и исполнительности сотрудников на производстве является приоритетной. Все это требует совершенствования действующей на шахтах СУПОТ и ее составной части – системы противоаварийной защиты – СПАЗ.

Отдельные аспекты совершенствования СПАЗ были рассмотрены в [9, 10], а вопросы, связанные с совершенствованием нормативно-методической базы СУПОТ – в [11]. Были сделаны выводы о том, что на современном уровне развития горной науки и практики новым подходом к улучшению системы контроля и выработки рекомендаций по совершенствованию охраны здоровья персонала и техники безопасности является оценка и управление производственными рисками [6]. Риск  $R$  при этом понимается, как сочетание (произведение) вероятности (или частоты) нанесения ущерба и тяжести этого ущерба; он в общем случае рассчитывается суммированием произведений возможных значений ущерба здоровью и жизни работника  $U$  на вероятности их наступления  $P$ , т.е.

$$R = \sum_{i=1}^N P_i U_i, \quad (1)$$

где  $N$  – количество возможных ущербов или объединяющих их групп.

Вычисляемая по формуле (1) величина является математическим ожиданием ущерба здоровью и жизни работника.

Характеристики случайных чисел, в том числе значения вероятности и ущерба, как правило, определяются по репрезентативной ограниченной по объему и времени выборке. В этом случае формула (1) приобретает вид:

$$R^* = \sum_{i=1}^N P_i^* U_i, \quad (2)$$

где  $P^*$  – статистическая оценка риска,  $U$  – частота наступления ущерба здоровью и жизни работника, связанного с воздействием вредных и (или) опасных производственных факторов. Ущерб проявляется в виде профессиональных заболеваний (хронических или острых) и (или) производственного травматизма.

Структура управления рисками аварийности и травматизма на угольных предприятиях представлена на рис. 2.

На первом этапе управления рисками определяется цели управления.

Для СУПОТ – это:

а) определение перечня рисков, вызванных нарушением требований нормативных документов, должностных инструкций предприятия и требований безопасности, и приводящих к производственному травматизму и профессиональным заболеваниям трудящихся;

б) определение условий, которым должны удовлетворять методы исследования рисков и характер этих методов (статистические, эвристические и т.д.).

Для СПАЗ это:

а) определение перечня рисков возникновения аварийных ситуаций (не требующих привлечения дополнительных средств и характеризующихся допустимым уровнем травматизма и профзаболеваний), и выяснение, к какой категории относится анализируемый риск;



Рисунок 2 – Этапы управления рисками в СУПОТ и СПАЗ угольного предприятия

б) определение и анализ перечня аварий (которые можно характеризовать, как более масштабные аварийные ситуации, требующие принятия специальных мер (ввода в действие плана ликвидации аварий (ПЛА), вызова на шахту подразделений ГВГСС, задействование дополнительного медицинского персонала и т.д.)), и уточнение их типа, места возникновения и характера, подлежащих изучению на предмет снижения риска возникновения и сложности ликвидации.

Второй этап – анализ (первичный или повторный) риска. Он состоит из двух этапов – качественного и количественного. В табл. 1 представлена схема качественного анализа риска (по степени опасности последствий).

Целью качественного анализа рисков является определение одного из четырех участков табл. 1, на котором находится исследуемый риск. Участки рассматриваются в порядке убывания номеров.

Если риск является пренебрежительно малым, т.е. возникновение ситуации практически невозможно и не влечет материальных потерь и травматизма – достаточно лишь поддерживать риск на существующем уровне.

Следующим является участок явно приемлемого риска. Это – уровень промышленной безопасности, при котором еще не происходит приостановка производственного процесса не только по фактору безопасности, но и по фактору получения выгоды. Риск следует только поддерживать на существующем уровне, как и для участка 4.

На втором участке находится зона приемлемого риска. Если риска не избежать, и он будет сопровождаться негативными последствиями – необходимо оценить степень допустимости такого риска.

Таблица 1 – Качественный анализ рисков

№ зоны	Зона риска	Меры по управлению риском
1	Зона недопустимого риска	Риск не может быть оправдан или проигнорирован ни при каких обстоятельствах
2	Установленный максимально допустимый риск ----- Зона разумной приемлемости риска ----- Заданный уровень приемлемого риска	Верхняя граница зоны разумной приемлемости риска  ----- Риск приемлем только в том случае, если дальнейшее его снижение невыполнимо или стоимость снижения риска слишком велика по отношению к выгоде, полученной в результате его снижения  ----- По мере снижения риска пропорционально снижаются затраты для дальнейшего его снижения в соответствии с принципом разумной достаточности
3	Зона явно приемлемого риска	Достаточно стремиться к поддержанию риска на этом уровне
4	Пренебрежительно малый риск	Принятия мер по ликвидации не требует

Либо снижение риска невозможно – тогда не имеет смысла говорить о его недопустимости, либо стоимость его снижения не оправдывает экономических потерь от реализации соответствующих мер. Зона приемлемого риска ограничена заданным уровнем приемлемого риска и установленным максимально допустимым риском (нижняя и верхняя пунктирные линии в табл. 1).

Первый участок – зона недопустимого риска. Снижение его до уровня максимально допустимого, как правило, недостижимо и неоправданно, поскольку факторами недопустимости риска являются человеческие жертвы, массовый травматизм и нарушение протекания основных технологических процессов шахты. Если вероятность возникновения такого риска (для шахты это – сложная техногенная авария или катастрофа) существует – необходимо максимально принять меры по его избеганию (составить и реализовать мероприятия плана предупреждения аварий [7]) и ликвидации с минимальными потерями (составить и подготовить к вводу в действие ПЛА [8, 9]) и привести в готовность технические средства СПАЗ).

В случае, если риск является недопустимым или, отчасти, приемлемым в рамках разумной достаточности, для определения мер по управлению им недостаточно только качественного анализа. Количественная оценка рисков выполняется прямыми и косвенными методами.

**Прямые методы** используют статистическую информацию по выбранному показателю риска, или непосредственно показатели ущерба, травматизма и профессиональной заболеваемости и вероятности их наступления. Если отсутствует статистическая информация о значениях выбранных показателей риска или требуется установить влияние опасностей на риски (частично решить задачу управления производственной безопасностью и здоровьем), то расчет рисков

проводится экспертными методами с использованием формулы (2).

**Косвенные методы** оценки рисков для здоровья и жизни работников используют показатели, характеризующие отклонение существующих (контролируемых) условий (параметров) от норм, и имеющие причинно-следственную связь с рисками. К таким показателям относят:

а) отклонение значений (измеренных или рассчитанных) вредных и (или) опасных производственных факторов (концентрация, доза, уровень и т.д.) от предельно допустимых концентраций, уровней и т.д. известных предельных значений;

б) отношение невыполненных на рабочем месте нормативных требований охраны труда к их общему количеству, и т.д.

Непосредственно с анализом рисков связан третий этап – выбор (корректировка) методов управления риском (см. рис. 2). На этом этапе сравнивается эффективность описанных методов, а также анализируется их комплексное воздействие на риск возникновения и протекания аварийной ситуации.

На четвертом этапе управления рисками осуществляется контроль и переосмысление рисков, анализируется полученная на предыдущих этапах управления дополнительная информация о сущности риска, оценивается правильность предварительных выводов о его природе. В рамках СПАЗ этот этап представляет собой (для техногенных аварий) составление и ввод в действие оперативного ПЛА [9, 11]. Для малых или приемлемых рисков выполнение этапа не является обязательным.

Из всего сказанного следует, что лицо, принимающее решение по управлению рисками в рамках СУПОТ угольной шахты, должно руководствоваться документом, объединяющим качественно и количественно вероятность и последствия возникновения рисков, на основании которого и принимаются управленческие решения. Такой документ – матрица рисков. Она не является, ввиду своей возможной громоздкости и необходимости учета ряда специфических факторов, влияющих на управление риском на конкретных горных предприятиях, единой для всех СУПОТ. Для решения отдельных задач управления рисками должны разрабатываться частные, предметно ориентированные матрицы; единственными являются только принципы их формирования.

Матрица рисков (англ.: *risk matrix*) определяется «Руководством ISO 73:2009. Менеджмент риска. Термины и определения» как инструмент классификации и представления риска путем ранжирования последствий и правдоподобности (вероятности). Поскольку этот документ не имеет украинского аналога и не является в отечественной практике нормативным, матрица рисков не является обязательным атрибутом управления ими. Однако составление ее отдельными горными предприятиями показывает удобство и эффективность такого подхода и рекомендовать его к повсеместному использованию.

Матрица рисков демонстрирует лицу, принимающему решения по управлению рисками, более четкое представление о том, в чем заключается риск, что в него вовлечено (относительно безопасности, затрат, изменений в технологических процессах и т.д.), и какой объем времени может быть уделен управлению

ими, принимая во внимание опасность и вероятность риска. Матрицу рисков целесообразно рассматривать при решении задач, включающих в себя анализ опасностей и проверку безопасности функционирования предприятий в нормальных и аварийных условиях. Такими как раз и являются задачи снижения шахтной аварийности, производственного травматизма и профессиональной заболеваемости. В зависимости от целей использования матрицы необходимо устанавливать уровни толерантности или приемлемости рисков, а также способ оценки эффективности действий по их избеганию.

В типичной матрице рисков по вертикальной оси расположены критерии последствий (тяжести) рисков, а по горизонтальной – критерии вероятностей. В зависимости от подготовленности объекта к анализу рисков, квалификации составителя и уровня необходимой детализации рисков размерность матрицы может меняться; в практических условиях в большинстве случаев достаточной является размерность матрицы 5×5, как на рис. 3. Ранжирование критериев в матрице – по выбору составителя.

МЕРЫ КОНТРОЛЯ		МИНИМИЗАЦИЯ	н	м	в	в	в
			е	а	о	е	е
			вероятно	аловероятно	возможно	вероятно	вероятно
			1	2	3	4	5
← ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ			→ ВЕРОЯТНОСТЬ				
Приемлемая	1	ТЯЖЕСТЬ					
Незначительная	2						
Значительная	3						
Крупная	4						
Катастрофическая	5						

Рисунок 3 – Матрица рисков

Ориентировочные характеристики ранжирования критериев тяжести и вероятности рисков для формирования матрицы рисков приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Исходные данные для формирования матрицы рисков

Тяжесть последствий			Вероятность события		
Определение	Значение	Степень	Качественная характеристика	Значение	Степень
Катастрофические	Разрушение оборудования. Многочисленные человеческие жертвы. Трудновосполнимый экономический ущерб	5	Частое	Может происходить многократно, интервал между наступлениями события неопределен	5
Крупные	Серьезное травмирование или смерть большого числа людей, Крупные повреждения оборудования. Значительное нарушение технологического цикла шахты	4	Вероятное	Может происходить время от времени (один раз в несколько дней)	4
Значительные	Разрушение оборудования, подлежащее трудоемкому восстановлению. Травмирование людей, вызывающее длительную нетрудоспособность. Экономический ущерб за счет нарушения технологического цикла аварийного участка	3	Возможное	Малая вероятность, но может произойти (один раз в месяц)	3
Незначительные	Незначительные нарушения технологического цикла аварийного участка. Травмирование людей, вызывающее кратковременную нетрудоспособность. Незначительный экономический ущерб.	2	Маловероятное	Очень малая вероятность события (один раз в полугодие)	2
Приемлемые	Малозначительные, легко устранимые последствия. Травмирования людей нет.	1	Невероятное	Возможность наступления события почти исключена	1



После определения условий ранжирования рисков по вероятности и тяжести (последствиям) можно приступить к преобразованию критериев толерантности в матрицу рисков, которая должна четко показывать, какие блоки можно не принимать во внимание, а какие игнорировать нельзя. К примеру, пересечение «возможного» (ранг 3 по вероятности) с «катастрофическим» (ранг 5 по последствиям) не может быть проигнорировано. Данный блок четко указывает на то, что этот риск следует избегать, чего не скажешь о блоке, который находится на пересечении «незначительного» (ранг 2 по последствиям) и «маловероятного» (ранг 2 по вероятности), и который можно решить простым изменением организационных мероприятий.

Элементы матрицы рисков (метрика риска – произведение величины вероятности на величину тяжести) могут быть рассчитаны на основе вербальных оценок по таблице 3 (по горизонтали – вероятность, по вертикали – тяжесть). Для наглядности таблица содержит не цифровые, как в табл. 2, а буквенные значения критериев риска.

Таблица 3 - «Таблица умножения» для вербальных оценок

	Н	С	В	ОВ
ОВ	В	В	ОВ	ОВ
В	С	В	В	ОВ
С	С	С	В	В
Н	Н	С	С	В

Н – низкое, С – среднее, В – высокое; ОВ – очень высокое.

Далее риски располагаются по рассчитанной метрике (начиная с «ОВ» и заканчивая «Н»). Данные таблицы могут быть использованы для качественной оценки риска аварийной ситуации в зависимости от частоты ее возникновения и возможных последствий. Данные для этого могут быть получены из табл. 2. Например, риск аварии с вероятностью возникновения ОВ и последствиями С будет высоким, а с Н и В соответственно – С. Лидеры «рейтинга» (ОВ-В, ОВ-ОВ и В-ОВ) и есть риски, требующие повышенного внимания.

Если присвоить степеням риска по вероятности и тяжести не их порядковые номера по значимости, а численные значения характеристик: вероятности – в % возможного возникновения (пот статистическим данным), тяжести – в денежном выражении материальных и человеческих потерь – полученные с использованием принципов работы с табл. 2 вербальные оценки приобретают сравнимые по величине (хоть и не имеющие физического смысла) значения. Используя их, уже можно будет выработать эффективную стратегию управления рисками СУОПТ или СПАЗ.

Таким образом, структура матрицы рисков, ее размерность, детализация факторов риска при возникновении аварийной ситуации и принципы ее использования не могут быть однозначно регламентированы. Ознакомление с матрицами риска, используемыми несколькими шахтами Минэнергоугля Украины при совершенствовании СУПОТ и решении задач СПАЗ, показало нецелесообразность рекомендации одного какого-либо варианта к широкому использованию – слишком они разнятся как по выбору и степени детализации рисков, так и просто по своей величине и сложности. Они лишь дают наглядное представление о структуре и принципах использования матрицы рисков. Каждый пользователь может составлять матрицу рисков по собственному усмотрению с использованием изложенных выше приемов; основным является удобство и эффективность ее использования в аварийной ситуации.

Матрицы рисков являются важным инструментом оценки опасности возникновения той или иной аварийной ситуации и ее последствий как в качественном, так и в количественном плане. Однако пользователь должен быть осторожен при назначении (или расчете) значений ее элементов, чтобы не переоценить и в то же время не забыть обеспечить определенный резерв, включающий в себя активные мероприятия, при выполнении которых уровень риска снижается. Планировщику и аналитику рисков рекомендуется принимать более консервативную точку зрения при разработке матрицы. Тогда можно будет использовать данный инструмент не только для анализа постоянных рисков, но и быть готовыми к учету рисков, которые могут возникнуть в будущем.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. НПАОП 10.0-1.01-10 Правила безпеки у вугільних шахтах: затв. Наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 22.03.2010 № 62.- Київ: 2010-2154 (Нормативний документ Мінвуглепрому України)
2. Стан безпеки на вугільних шахтах [Ел. ресурс]. // Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду (Держгірпромнагляд). – Режим доступу: <http://www.dnopr.kiev.ua/>. – Загол. з екрану.
3. Офіційний сайт Міністерства енергетики та вугільної промисловості України [Ел. ресурс]. «Інформаційно-аналітичні матеріали "Стан охорони праці та промислової безпеки на підприємствах вугільної галузі України за 2011-2015 роки»». – Режим доступу: [http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art\\_id=245100165&cat\\_id=202148](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245100165&cat_id=202148). – Загол. з екрану.
4. Слащев, А.И. Обоснование параметров информационной системы обеспечения безопасности подземных горных работ / А.И. Слащев // Науковий вісник НГУ. – 2016. – №1. – С. 77–85.
5. Задачи научного обеспечения мониторинга и психофизических исследований в работе с кадрами угольной отрасли / Ю.И. Кияшко, В.Г. Шевченко, К.В. Присняков, А.И. Падашуля // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. трудов / ИГТМ НАН Украины – Днепропетровск, 2010. – Вып. 90. – С. 71-78.
6. Стоецкий, В.Ф. Оценка риска при авариях техногенного характера / В.Ф. Стоецкий, В.И. Голяничко, Л.В. Дранишников // Науковий вісник НГУ. – 2014. – №3. – С. 117-124.
7. Положення зі складання планів попередження аварій: галузевий нормативно-методичний документ. - [Чинний від 2010.03.01] / Б.А. Грядущий, Є.Д. Дубов, Є.П. Мухін [та ін.]. – Донецьк: ДП «ДонВУГП», 2009. – 22 с.
8. Инструкция по составлению планов ликвидации аварий. ДНАОП 1.1.30-5.17.96. – Киев:1996. – С. 220-247.

9. Потемкин, В.Я. Автоматизация составления оперативной части планов ликвидации аварий на шахтах и рудниках / В.Я. Потемкин, Е.А. Козлов, И.Е. Кокоулин. – К.: Техника, 1991. – 125 с.
10. Состояние техники безопасности и эффективность функционирования противоаварийной защиты угольных шахт / А.Ф. Булат, В.В. Фичев, И.А. Яценко [и др.]. – Днепропетровск, 2005. – 266 с.
11. Бунько, Т.В. Совершенствование системы управления производством и охраной труда на угольных шахтах / Т.В. Бунько, И.А. Яценко, И.Е. Кокоулин // Геотехническая механика: межвед. сб. научн. трудов / ИГТМ НАН Украины. – 2016. № 127. – С.

## REFERENCES

1. Ministry of Coal industry of Ukraine (2010), *NRALP 10.0-1.01-10 Pravyla bezpeky u vugilnykh shakhtakh: zautverdzheno Nakazom Derzhavnogo komitetu Ukrainy z promyslovy bezpeky, okhorony pratsi ta girnychogo naglyadu 22.03.2010 № 62* [NRALP 1.01-10 Rules of safety at coal mines: ratified by Order of State Committee of Ukraine by the industrial safety, protection of labour and mining inspectorate 22.03.2010 № 62] (2010), Kiev, UA.
2. State of safety on coal mines. Statutory broker of Ukraine on Industrial Safety, Labour Protection and Mine Supervision (Derzhgirpromnaglyad), available at: <http://www.dnop.kiev.ua/>.
3. Official site of Ministry of Energy and Coal Industry of Ukraine. «Information-analytical materials the "State of Labour Protection and Industrial Safety on the Enterprises of Coal Industry of Ukraine for 2011-2015 years», available at: [http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art\\_id=245100165&cat\\_id=202148](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245100165&cat_id=202148)
4. Slashchov, A.I. (2016), “Justification parameters of information safety system of underground mining”, *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, no.1, pp. 77–85.
5. Kiyashko, Yu.I., Shevchenko, V.G., Prisyakov, K.V. and Padashulya, F.I. (2010), «Tasks of the scientific providing of monitoring and psyche-physical researches in work with the shots of coal industry», *Geo-Technical Mechanics*, no. 90, pp. 71-78.
6. Stoetsky, V.F., Golinko, V.I. and Dranishnikov, L.V. (2014), «Appreciate of risk at the failures of technogen character», *Scientific Bulletin of NMU*, no. 3, pp. 117-124.
7. Gryadushchii, B.A., Dubov, Ye.D., Mukhin, Ye.P. [and others] (2009), *Polozhennya zi skladannya planiv poperedzhennya avariy: galuzevy normatyvno-metodychny document* [Statute of compilation of plans preventions of accidents: department normative-methodical document] – [Functioning by 2010.03.01], DP «DonVUGI», Donetsk, UA.
8. Ministry of Coal Industry of Ukraine (1996), *DNAOP 1.1.30-5.17.96/ Instruksiya po sostavleniyu planov likvidatsii avariy* [DNAOP 1.1.30-5.17.96 Instruction by compilation of plan liquidation of accidents], Kiev, UA.
9. Potemkin, V.Ya., Kozlov, Ye.A. and Kokoulin, I.Ye. (1991), *Avtomatizatsiya sostavleniya operativnoy chasti planov likvidatsii avariy na shakhtakh i rudnikakh* [Automatization of compilation operative part of plans liquidation of accidents on mines and ore mines], Technika, Kiev, UA.
10. Bulat, A.F., Fichev, V.V., Yashchenko, I.A. [and others] (2005), *Sostoyaniye tekhniki bezopasnosti i effektivnost funktsionirovaniya protivoavariynoy zashchity ugolnykh shakht* [Condition technics of safety and effectivity functioning of against-accident defence of coal mines], Dnepropetrovsk, UA.
11. Bunko, T.V., Yashchenko, I.A. and Kokoulin, I.Ye. (2016), «Perfection of system safety of labour on the coal mines», *Geo-Technical Mechanics*, no. 127, pp

## Об авторах

**Булат Анатолий Федорович**, академик Национальной академии наук Украины, доктор технических наук, профессор, директор института, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАНУ), Днепропетровск, Украина, office.igtm@nas.gov.ua.

**Бунько Татьяна Викторовна**, доктор технических наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник в отделе проблем разработки месторождений на больших глубинах, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепропетровск, Украина, [bunko2007@mail.ru](mailto:bunko2007@mail.ru)

**Яценко Игорь Алексеевич**, кандидат технических наук, заместитель начальника управления охраны труда, промышленной безопасности, физической и гражданской защиты Министерства энергетики и угольной промышленности Украины, Киев, Украина.

**Кокоулин Иван Евгеньевич**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Днепро-

#### About the authors

**Bulat Anatoliy Fedorovich**, Academician of the National Academy of Science of Ukraine, Doctor of Technical Sciences (D. Sc), Professor, Director of the Institute, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, office.igtm@nas.gov.ua.

**Bunko Tatyana Viktorovna**, Doctor of Technical Sciences (D.Sc), Senior Researcher, Senior Researcher in Department of problems of underground mines in great depths, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, [bunko2007@mail.ru](mailto:bunko2007@mail.ru)

**Yashchenko Igor Alekseevich**, Candidate of Technical Sciences (Ph.D), Deputy Chief of the Department of labour protection, industrial safety, physical and civil defence, Ministry of Power Engineering and Coal Industry of Ukraine, Kiev, Ukraine.

**Kokoulin Ivan Yevgeniyevich**, Candidate of Technical Sciences (Ph.D), Senior Researcher, Dnepropetrovsk, Ukraine, [bunko2007@mail.ru](mailto:bunko2007@mail.ru)

**Анотація.** Аварійність і травматизм на вугільних шахтах України вимагають постійного удосконалення заходів системи управління охороною праці і розробки нових підходів до оцінки ризиків гірничого виробництва. Цій меті служить ідентифікація небезпечності і оцінки ризику травматизму, профзахворювань, порушень умов праці на робочих місцях і виникнення аварійних ситуацій, яка забезпечуватиме напівкількісний підхід до оцінки і управління ризиком, можливість оцінки вірогідності і врахування не тільки небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища, але і можливість вироблення аргументованого рішення щодо вибору коригуючих і попереджуючих заходів, визначенню кількісно вимірюваних цілей і задач з охорони праці. Розглянуті різні аспекти оцінки виробничих ризиків і використання для цієї мети матриці ризиків. Приведений приклад формування матриці ризиків виникнення аварії, яка супроводжується травматизмом, на вугільному підприємстві.

**Ключові слова:** аварійна ситуація, виробничий травматизм, ризик, матриця ризиків.

**Abstract.** Emergency and traumatism on the coal mines of Ukraine requires the permanent improvement measures of the control system by a labour protection and development of new approaches to estimation of risks of mine production. Authentication of danger and estimations risk of traumatism, professional sicknesses, violations terms of labour on working places and origin of emergency situations, providing semiquantitative approach to estimation and management by the risk, possibility of probabilistic estimation and account of not only dangerous and harmful factors of production environment, but and possibility of acceptance of argued decision on the choice of correcting and warning measures, definition in number measured aims and tasks on a labour protection, serves this purpose. Different aspects estimations of production risks and use for this purpose matrix of risks are considered. The example of forming matrix of risks origin of the failure accompanied by a traumatism on a coal enterprise is resulted.

**Keywords:** emergency situation, production traumatism, risk, matrix of risks.

*Статья поступила в редакцию 10.04. 2016*

*Рекомендовано к печати д-ром техн. наук Минеевым С.П.*