

УДК 622.8:331.461

Кравчук Игорь Леонидович

доктор технических наук,
директор Челябинского филиала
Института горного дела УрО РАН,
454048, г. Челябинск,
ул. Энтузиастов, 30
e-mail: kravchuk65@mail.ru,

Неволина Елена Михайловна

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
Челябинского филиала
Института горного дела УрО РАН
e-mail: nevolina-elena@yandex.ru .

**ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ФОРМИРОВАНИЯ КЛАССИФИКАЦИИ
И АТЛАСА ОПАСНЫХ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ***

Аннотация:

Управление производственным риском на основе контроля опасных производственных ситуаций является необходимой функцией при осуществлении производственных процессов. Это обусловлено тем, что производственная деятельность сопровождается значительным количеством отклонений показателей производственных процессов от заданных значений, что приводит к возникновению опасных производственных ситуаций. В этих условиях при осуществлении переходных процессов в ходе освоения сложноструктурных месторождений именно управление производственным риском позволяет учитывать основные факторы сложной техносферы горного производства и достигать на предприятиях требуемого уровня безопасности и эффективности производства. Формирование информационно-методической основы (базы) управления производственным риском осуществляется путем разработки и обоснования классификации потенциально опасных производственных ситуаций. В данной статье представлены некоторые аспекты создания классификации и атласа опасных производственных ситуаций, связанные с их практическим применением на предприятиях горной отрасли.

Ключевые слова: горнодобывающее предприятие, управление риском, производственный риск, опасная производственная ситуация, контроль, классификационные признаки.

DOI: 10.25635/2313-1586.2021.02.027

Kravchuk Igor L.

Doctor of Engineering Sciences,
Director of the Chelyabinsk branch
of the Institute of Mining
of the Ural Branch of RAS,
454048 Chelyabinsk, 30 Entuziastov Str.
e-mail: kravchuk65@mail.ru

Nevolina Elena M.

Candidate of Technical Sciences,
Senior Researcher at the Chelyabinsk branch
of the Institute of Mining
of the Ural Branch of RAS
e-mail: nevolina-elena@yandex.ru

**PRACTICAL ASPECTS
OF THE FORMATION
OF HAZARDOUS PRODUCTION
SITUATIONS' CLASSIFICATION
AND ATLAS**

Abstract:

Production risk management based on the control of hazardous production situations is a necessary function while the implementation of production processes. This is because of the fact that a significant number of deviations from production process indicators from the set values accompanies production activities, which leads to hazardous production situations. In these conditions, when transition process during the development of complex-structured deposits, it is the management of production risk that allows us to take into account the main factors of the complex technosphere of mining production and achieve the required level of safety and production efficiency at enterprises. The formation of the information and methodological basis of production risk management is carried out by developing and justifying the classification of potentially hazardous production situations. This article presents some aspects of creating a classification and atlas of hazardous production situations related to their practical application in the mining industry.

Key words: mining enterprise, risk management, production risk, hazardous production situation, control, classification features.

* Исследования выполнены в рамках Госзадания №075-00581-19-00, тема № 0405-2019-0005

Введение

Установлено, что высокая динамика среды функционирования горнодобывающих предприятий обуславливает необходимость осуществления переходных процессов [1, 2]. Управление производственным риском при осуществлении переходных процессов в ходе освоения сложноструктурных месторождений позволяет учитывать основные факторы сложной техносферы горного производства и достигать на предприятиях требуемого уровня безопасности и эффективности производства [3 – 5].

Исследованиями подтверждено, что успешно управлять производственным риском позволяет контроль опасных производственных ситуаций (ОПС), возникающих и развивающихся в процессе производственной деятельности и представляющих собой системную причину отклонений от требований безопасности [6 – 11].

Многообразие возникающих на горных предприятиях опасных производственных ситуаций, отсутствие формализованных методов прогноза их возникновения, выявления, контроля и устранения не позволяет выработать эффективные меры по их недопущению. Поэтому начато формирование информационно-методической основы (базы) управления производственным риском путем разработки и обоснования классификации потенциально опасных производственных ситуаций [13, 14].

Одним из важнейших элементов создания классификации являются признаки, по которым она будет организована. В данном случае классификационные признаки должны быть ориентированы на практическое использование классификации при управлении производственным риском на горнодобывающем предприятии.

Учет закономерности формирования и развития опасных производственных ситуаций для осуществления их учета и контроля

За время освоения методов контроля ОПС в АО «СУЭК» (с 2015 г. по сегодняшний день) была накоплена информационная база, позволяющая обобщить данные о формировании и развитии опасных производственных ситуаций на предприятиях компании и на этой основе установить основную закономерность их существования [3 – 6, 9 – 12, 15 – 16].

Закономерность существования на горнодобывающих предприятиях опасных производственных ситуаций состоит в том, что потенциальная возможность их возникновения обусловлена наличием объективных предпосылок (природные, горно-геологические, горнотехнические, технико-технологические условия и т.п.), а инициирующим фактором зарождения ОПС является решение или действие работников как реакция на изменения социально-экономических (преимущественно), горно-геологических, горнотехнических условий функционирования (рис. 1).

В этом контексте, без учета потенциальной возможности возникновения опасной производственной ситуации, переходный процесс может стать фактором, инициирующим ее зарождение. Учет закономерности возникновения ОПС при проектировании, планировании и осуществлении переходных процессов на горнодобывающем предприятии позволяет обеспечить приемлемый уровень производственного риска для безопасного ведения горных работ.

Одним из способов учета и контроля опасных производственных ситуаций является их классификация. Главным требованием к классификации опасных производственных ситуаций является форма, наиболее информативная и удобная для ее практического применения. В компании «СУЭК» было принято решение представить классификацию в виде атласа опасных производственных ситуаций, характерных для определенного вида работ.

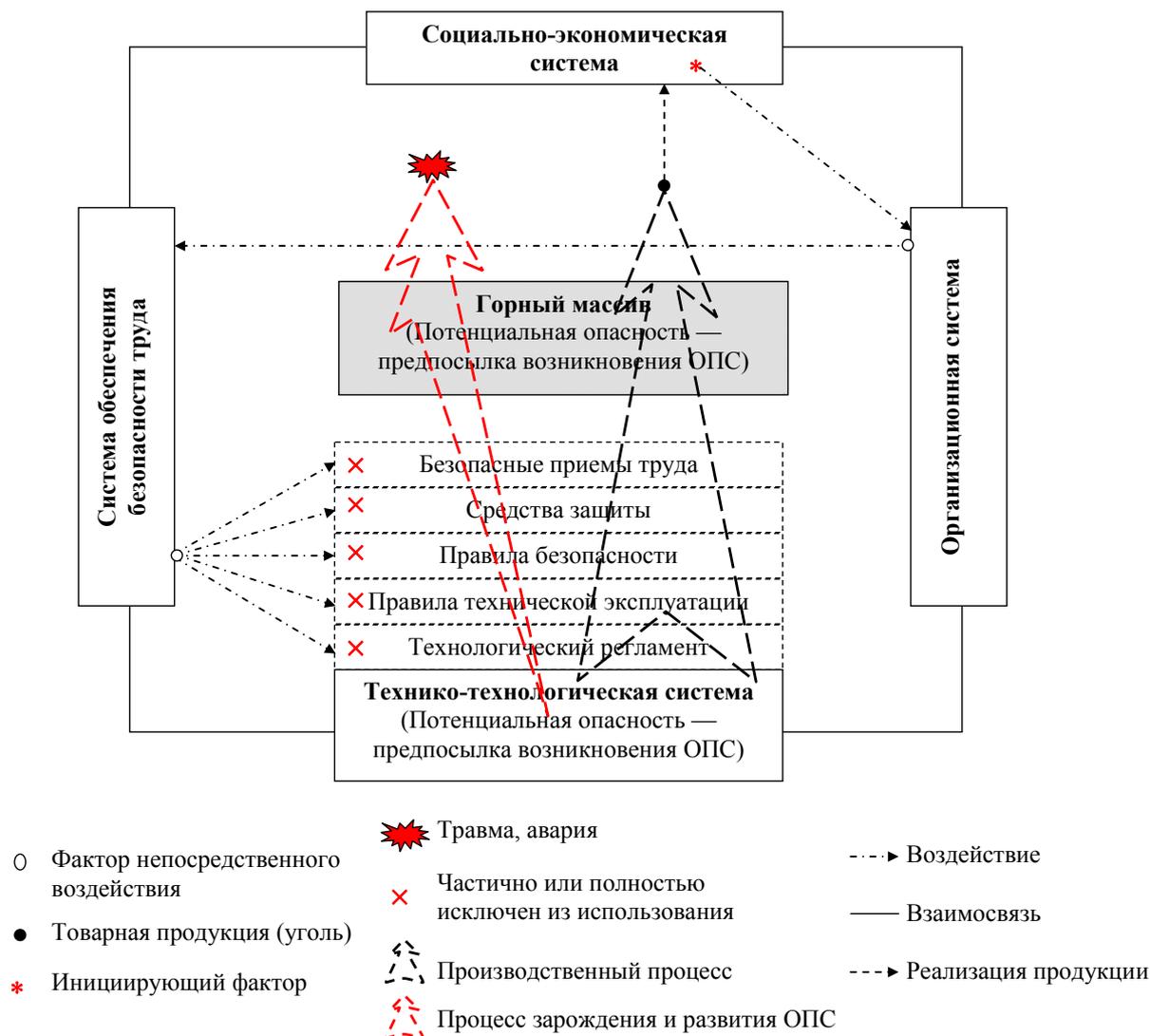


Рис. 1. Принципиальная схема зарождения, развития и реализации опасной производственной ситуации как логическая основа классификационных признаков

Формирование атласа, в свою очередь, предполагает наличие рубрикатора – таблицы иерархической классификации, содержащей полный перечень включенных в систему классов. Рубрикатор предназначен для систематизации информации об опасных производственных ситуациях и для быстрого их поиска, поэтому основывается на установленных признаках опасных ситуаций. То есть в данном случае перечень классификационных признаков опасных производственных ситуаций является рубрикатором атласа характерных ОПС, что обуславливает необходимость четкого определения и обоснования этих классификационных признаков.

Основные классификационные признаки

Для обеспечения достоверности и полноты классификации было принято решение рассматривать опасные производственные ситуации на горнодобывающих предприятиях, осуществляющих разработку месторождений как подземным, так и открытым способом. Способ добычи в связи с этим стал первым классификационным признаком.

Разделять опасные производственные ситуации по способу добычи целесообразно из-за различий в применяемой технологии, специфики условий производства и

труда. Именно эти различия определяют причины возникновения опасных производственных ситуаций, особенности их развития и способы воздействия при контроле и устранении ОПС.

К рассмотрению были приняты опасные производственные ситуации, зафиксированные и взятые под контроль на следующих предприятиях АО «СУЭК-Кузбасс»:

- шахтоуправление Комсомолец (шахты «Комсомолец» и «Полысаевская») – Ленинск-Кузнецкий район;
- шахта им. В.Д. Ялевского (бывш. шахты «Котинская» и «№ 7») – Киселевский район;
- разрезы «Заречный» и «Камышанский» (используются экскаваторы типа прямая и обратная мехлопата и драглайн) – Киселевский район;
- управление дегазации и утилизации метана (УДиУМ).

К учету и анализу были приняты ежемесячные «Реестры опасных производственных ситуаций» каждого из указанных предприятий за первое полугодие 2019 г. Выбор этого периода обусловлен тем, что к началу 2019 г. выявление, устранение и контроль ОПС, а также производственное планирование с их учетом приобрели приемлемое качество на указанных предприятиях, например, значительно снизилось (но, к сожалению, не исчезло) количество неудачных формулировок, формального заполнения и т.д. в ежемесячных реестрах.

Анализ реестров показал, что большее количество ОПС выявляется на открытых работах (по двум разрезам за полгода выявлено 155 опасных производственных ситуаций), поскольку на открытых горных работах фиксируется довольно много сезонных ОПС, связанных с эксплуатацией техники и работой персонала в различных погодных условиях.

Меньшее количество ОПС (194 ситуации по трем шахтам за полугодие) было выявлено на подземных горных работах. Это обусловлено тем, что на шахтах традиционно вопросы обеспечения безопасности производства были актуальнее, им уделялось (и уделяется сейчас) больше внимания.

Параллельно с анализом статистических данных и сведений из реестров указанных предприятий проводился и экспертный анализ. Для этого была создана рабочая группа, в которой экспертами, кроме научных сотрудников, стали работники АО «СУЭК-Кузбасс».

Из реестров предприятий АО «СУЭК-Кузбасс» (угольных шахт, Разрезоуправления, Энергоуправления, УДиУМ и Спецналадки) экспертной группой были отобраны 217 повторяющихся опасных производственных ситуаций, выявленных в первом полугодии 2019 г.; они были проанализированы и сопоставлены с наиболее распространенными опасными производственными ситуациями, принятыми к учету на предприятиях АО «СУЭК-Кузбасс» за период с 2015 по 2020 г. По результатам сопоставления были выбраны 34 наиболее распространенные опасные производственные ситуации. Экспертной группой выявлено, что практически все характерные опасные производственные ситуации на шахтах присутствуют, но в разное время. Поэтому в статистике увидеть их «характерность» (высокую частоту) невозможно, следовательно, отнести их в категорию характерных ОПС возможно только при рассмотрении длительного промежутка времени и с привлечением экспертного мнения.

Сравнение опасных производственных ситуаций, выявленных за первое полугодие 2019 г., признанных характерными для подземного способа добычи в АО «СУЭК-Кузбасс» как по статистическим данным, так и экспертной группой, представлено в табл.1 (курсивом выделены совпадения).

Таблица 1

Перечень опасных производственных ситуаций, характерных для предприятий АО «СУЭК-Кузбасс»

Способ добычи	ОПС, высокая частота которых выявлена по статистическим данным	ОПС, высокая частота которых установлена экспертно
Подземный	<ol style="list-style-type: none">1. Эксплуатация горной выработки с нарушением крепления.2. Эксплуатация выработки с отсутствующими противопожарными кранами через 50 м.3. Эксплуатация выемочного участка с нарушением проекта дегазации.4. Нарушение инкубационного периода [в демонтажной камере].5. Работа лавы № 1847 с несвоевременно оборудованным водосборником гор. -380.6. Эксплуатация выработки с отсутствующим свободным проходом для людей.7. Эксплуатация горной выработки, по которой осуществляется передвижение дизель-гидравлического локомотива (ДГЛ), без освещения.8. Работа подготовительных забоев с неустойчивой схемой проветривания.9. Эксплуатация выработки с минимальными зазорами по сечению.10. Проведение выработки без стационарных средств осланцевания (пылеподавления).11. Эксплуатация вентиляционного шлюза без системы автоматического закрывания.12. Эксплуатация дизель-гидравлических локомотивов при нарушении прямолинейности балки МПД.13. Эксплуатация изоляционных сооружений с отступлением от Паспорта возведения изоляционных сооружений.	<ol style="list-style-type: none">1. Эксплуатация ленточного конвейера с заштыбованными роликами холостой ветви.2. Эксплуатация конвейерного транспорта без средств пылеподавления в местах перегруза.3. Эксплуатация горной выработки с захлапленным ходовым отделением.4. Эксплуатация затопленной горной выработки.5. Эксплуатация вентиляционного шлюза без системы автоматического закрывания.6. Эксплуатация заштыбованных сбоечных скважин.7. Производство работ по добыче угля без сбоечных скважин.8. Ведение горных работ с нарушением проектных решений.9. Невозможность оперативной доставки аварийной бригады.
Открытый	<ol style="list-style-type: none">1. Наличие очагов самонагрева угля.2. Эксплуатация угольного склада с превышением инкубационного периода.3. Ведение отвалообразования на наклонное основание4. Ведение горных работ с нарушением проектных решений.5. Эксплуатация а/с БелАЗ с высоким износом КГШ.6. Эксплуатация а/с БелАЗ с неисправной тормозной системой.7. Эксплуатация горнотранспортного оборудования с неисправными системами пожаротушения.8. Эксплуатация горнотранспортного оборудования при отсутствии дублирующих модулей пожаротушения ТУНГУС.9. Эксплуатация автодорог с зауженной проезжей частью.10. Эксплуатация углевозной автодороги на участке от КПП разрез «Заречный-Северный» до угольного склада ПЕ Шахта Талдинская-Западная 1 с нарушением требований ПБ (деформация дорожного полотна, зауженная проезжая часть).11. Эксплуатация углевозной автодороги на участке от Промежуточного угольного склада разрез «Камышанский» до Техкомплекса с нарушением требований ПБ.12. Эксплуатация угольного склада с нарушением требований ПБ	<ol style="list-style-type: none">1. Наличие очагов самонагрева угля.2. Эксплуатация угольного склада с превышением инкубационного периода.3. Расположение отвала на наклонном основании.4. Ведение отвалообразования с нарушением проектных решений.5. Эксплуатация а/с БелАЗ с высоким износом КГШ.6. Эксплуатация а/с БелАЗ с неисправной тормозной системой.7. Эксплуатация горнотранспортного оборудования с неисправными системами пожаротушения.8. Эксплуатация дорог с зауженной проезжей частью.9. Расположение отвала на слабом водонасыщенном основании.10. Отсыпка подпорного яруса внутреннего автоотвала.11. Недостаточное освещение перекрестков.12. Отсутствие кюветов для отвода талых вод.

Сравнение перечней опасных производственных ситуаций на указанных предприятиях показало, что в зависимости от способа добычи они различаются значительно, следовательно, целесообразным решением будет создание в дальнейшем не единого, а двух атласов характерных опасных производственных ситуаций – по открытым и подземным горным работам.

Следующим классификационным признаком стала частота возникновения опасных производственных ситуаций. Распределение опасных производственных ситуаций по признаку частоты их возникновения позволяет определять ОПС, характерные для конкретного предприятия, способа добычи, технологического процесса (операции) и т.д.

При анализе реестров опасных производственных ситуаций было принято решение считать частыми (характерными) ситуации, которые повторяются четыре и более раз за полугодие. Результаты распределения опасных производственных ситуаций по способу добычи и по предприятиям представлены на рис. 2 – 4.

Как видно из рис. 2 – 4, частота выявления ОПС по способам добычи и по предприятиям различается, как и сами перечни характерных опасных производственных ситуаций. То есть для каждой шахты и для каждого разреза характерны определенные опасные производственные ситуации, одинаковые ОПС выявляются редко.

Таким образом, распределение опасных производственных ситуаций по признаку частоты их выявления показало, что перечень характерных ОПС для каждого предприятия свой.

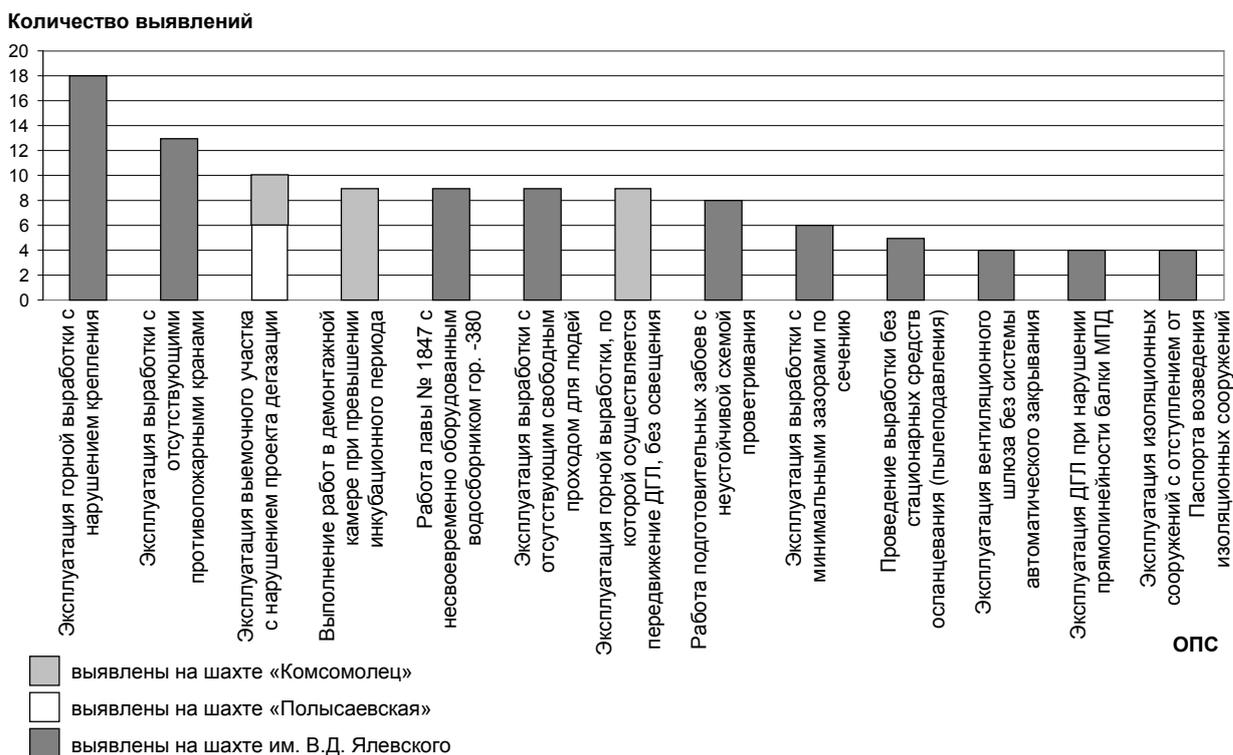


Рис. 2. Опасные производственные ситуации, характерные для подземного способа добычи угля, в I полугодии 2019 г. (на примере 3 шахт АО «СУЭК-Кузбасс»)

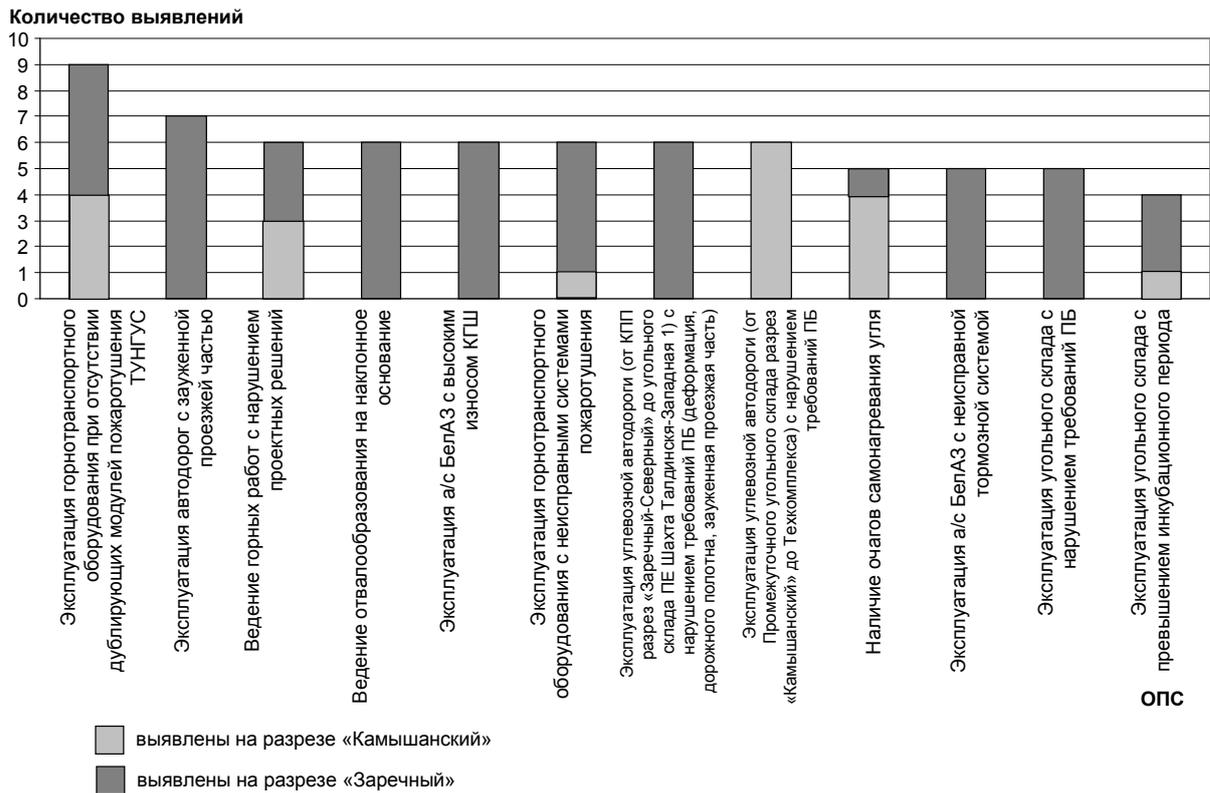


Рис. 3. Опасные производственные ситуации, характерные для открытого способа добычи угля, в I полугодии 2019 г.

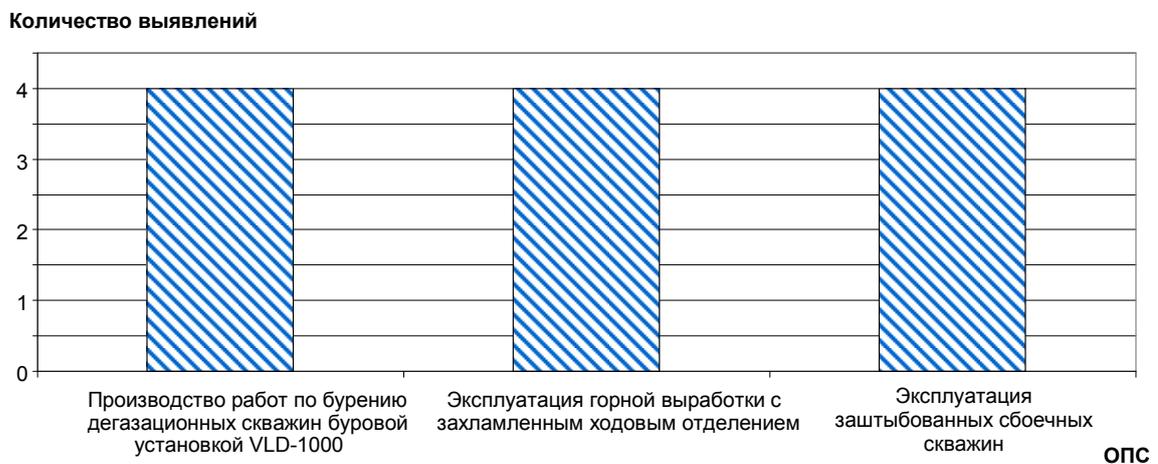


Рис. 4. Опасные производственные ситуации, характерные для УДиУМ АО «СУЭК-Кузбасс», в I полугодии 2019 г.

Дальнейшие уровни классифицирования предполагают использование следующих классификационных признаков:

1. Производственный процесс (операция).

Основными процессами (операциями), в которых были выявлены опасные производственные ситуации, стали добыча, проходка, транспортирование, монтаж – демонтаж, дегазация, проветривание, водоотлив.

Распределение (классифицирование) опасных производственных ситуаций по процессам (операциям) необходимо, поскольку в зависимости от процесса будут различаться

- планирование и контроль (ежемесячные и годовые);
- ответственность работников/ должностных лиц/ служб / участков;
- специфика причин возникновения ОПС;
- сложность устранения / контроля ОПС.

2. Оборудование (конвейер, комбайн и т.д.).

Классифицирование ОПС по видам и/или типам горно-шахтного оборудования необходимо, поскольку при существующем уровне организации производства на горнодобывающих предприятиях возникают ситуации, когда оборудование неизбежно эксплуатируется в условиях с повышенной опасностью, например, на пределе или с превышением паспортных нагрузок. Правила технической эксплуатации (ПТЭ), сопровождающие конкретное технологическое оборудование с завода-изготовителя, возникновение таких ситуаций не предусматривают, поэтому необходим своего рода регламент эксплуатации оборудования в опасных ситуациях, в качестве которого целесообразно использовать атлас характерных опасных производственных ситуаций.

3. Предпосылки возникновения ОПС.

Результаты анализа реестров ОПС как на подземных, так и на открытых горных работах показали, что практически каждая опасная производственная ситуация имеет предпосылки, т.е. потенциальные причины ее возникновения. К таким предпосылкам относятся горное давление, самовозгорание угля, газоносность угольных пластов, обводненность месторождения и т.д. Предпосылки в определенных условиях могут привести к зарождению не одной, а группы ОПС. Например, горное давление может стать причиной как обрушения выработки, так и внезапного выброса угля, породы, метана.

4. Тяжесть последствий реализации опасных производственных ситуаций.

Выделение группы ОПС по данному классификационному признаку позволит осуществлять приоритетный контроль факторов, инициирующих зарождение и развитие опасных производственных ситуаций, реализация которых может привести к тяжелому социально-экономическому ущербу либо к катастрофическим последствиям.

5. Способы предотвращения, устранения и контроля опасных производственных ситуаций.

Этот классификационный признак необходим, поскольку уже на данном этапе исследования становится очевидным, что группирование характерных, то есть наиболее часто возникающих опасных производственных ситуаций по способу их предотвращения, устранения или контроля позволяет установить первоочередные действия по снижению уровня производственного риска на горнодобывающем предприятии.

Однако на данном этапе исследования произвести классификацию по этим признакам (по данному рубрикатору) не представляется возможным, поскольку сначала необходимо полностью сформировать карты опасных производственных ситуаций, характерных для способов добычи и/ или предприятий.

Формирование атласа характерных опасных производственных ситуаций

Основным элементом атласа характерных опасных производственных ситуаций является карта, что позволяет с необходимой глубиной и детализацией представить факторы и обстоятельства, формирующие опасную производственную ситуацию, раскрыть ее характеристики и предложить наиболее эффективные меры по недопущению ее развития.

Предназначение карты, как и атласа в целом — прогноз возникновения опасных производственных ситуаций в конкретных производственных процессах, заблаговременное ознакомление с признаками опасных производственных ситуаций с целью их предстоящего выявления, а также методами контроля и устранения. В связи с этим такие данные, как место и время регистрации рассматриваемой ситуации для создания карты не важны, потому что они необходимы для осуществления текущего контроля

опасных производственных ситуаций и отражены в ежемесячных реестрах каждого предприятия.

Для осуществления прогноза с помощью атласа такие характеристики опасной производственной ситуации, как стадии развития, время существования, вероятность реализации были заменены в картах опасных производственных ситуаций на следующие характеристики: признаки (именно ранние признаки необходимы для практической работы предприятий по выявлению опасных производственных ситуаций), причины и возможные последствия опасной производственной ситуации. То есть наибольшую ценность для карты представляют закономерности возникновения опасной производственной ситуации, признаки ее проявления и методы ее контроля и устранения.

При оформлении карты опасной производственной ситуации факторы и обстоятельства, формирующие ОПС, выстроены в причинно-следственные связи, отражающие различные варианты развития ситуации (сценарии). Сценарии расположены по возрастанию риска негативного события. Первый сценарий отражает фоновый риск негативного события, второй и последующие сценарии отражают добавленный риск. Для устранения каждой группы факторов и обстоятельств предложены меры по контролю, устранению и недопущению ОПС. Пример оформления карты опасной производственной ситуации представлен в табл. 2.

Таблица 2

Карта опасной производственной ситуации «Эксплуатация ленточного конвейера с заштыбованными роликами холостой ветви»

а) факторы и обстоятельства

Последствия: Порывы, трение и возгорание ленточного полотна, травма, остановки контролирующими органами				
Проявление ОПС–нарушения	Неработающие (загрубленные) датчики схода ленты, трение ленты, повышенный износ ленты и роликов			
	Неработающие заштыбованные ролики, зачистка холостой ветви при работающем конвейере			
	Угольные просыпи	Угольные просыпи, вывалы кровли и бортов выработки		
Признаки ОПС	Ослабление крепления выработки*	Скопление воды из-за отсутствия необходимых штыбоочистителей и водоотводных канавок. Искривление конвейерного става, трение и сходы ленты.		
Ранние признаки	Локальные нарушения геометрии выработки*	Повсеместные значительные нарушения геометрии выработки (неправильный монтаж конвейера в случае 4-го сценария) при ее эксплуатации		
		проходке и эксплуатации		
Коренные причины возникновения ОПС	Нарушение целостности массива горной выработкой	Ошибки при проектировании: неверный расчет горного давления, соответственно, и крепления – неадекватный паспорт.	Недостаточные маркшейдерская подготовка и контроль проходки выработки, проявлений горного давления при эксплуатации выработки.	«Гонка» при прохождении выработки: нестабильная работа подготовительного забоя с отклонениями от технологического регламента.
Предпосылки	Горное давление			
	Сценарий 1 «Естественный» (фоновый риск)	Сценарий 2 «Инженерный» (добавленный риск)	Сценарий 3 «Организационно-квалификационный» (добавленный риск)	Сценарий 4 «Организационный» (добавленный риск)

*-риск негативного события не превышает приемлемый, заложенный в технологию проходки, крепления и поддержания выработки.

б) меры устранения и контроля

Меры устранения и способы контроля				
Сценарий 1 «Естественный» (фоновый риск)		Контроль и усиление крепления выработки.	Обустройство штыбоочистителей, поддержание водоотводных канавок.	Систематическая зачистка конвейера.
Сценарий 2 «Инженерный» (добавленный риск)		Разработка стандарта монтажа конвейера. Обеспечение бесперебойного снабжения материалами и запчастями).		Ревизия датчиков
Сценарий 3 «Организационно-квалификационный» (добавленный риск)				
Сценарий 4 «Организационный» (добавленный риск)	Повышение качества работы проходческих участков.			Замена роликов
	Недопущение ОПС			Предотвращение ОПС

Карта опасной производственной ситуации при необходимости может быть дополнена иллюстрационным материалом: фотографиями, схемами, выявленными ранее ОПС на чертежах горных выработок. Сейчас ведется работа по созданию карт опасных производственных ситуаций, характерных для АО «СУЭК-Кузбасс», и карты постоянно меняются, поскольку идет поиск формы, оптимальной для решения поставленных задач.

Несмотря на то что работа не окончена, можно утверждать, что основные характеристики опасных производственных ситуаций выбраны верно, то есть все из выбранных классификационных признаков доказали целесообразность своего применения в формируемой классификации, поскольку влияют на тот или иной аспект алгоритма выявления и устранения ОПС. Пока классификация формируется именно по этим признакам, но при появлении новых аналитических данных их перечень может быть пересмотрен.

Заключение

1. Определено, что существование на горнодобывающих предприятиях опасных производственных ситуаций закономерно: возможность их возникновения обусловлена наличием объективных предпосылок (природные и горно-геологические условия, технико-технологический уклад и т.п.), а иницирующим фактором зарождения опасной производственной ситуации является решение или действие работника как реакция на внешние изменения социально-экономических условий функционирования предприятия.

2. Учет при проектировании, планировании и осуществлении переходного процесса закономерности возникновения опасных производственных ситуаций на горнодобывающем предприятии, в том числе посредством их классификации, позволяет обеспечить приемлемый уровень производственного риска для безопасного ведения горных работ.

3. На основе результатов анализа частоты повторов опасных производственных ситуаций установлены их классификационные признаки: технологический процесс (операция), основное технологическое оборудование, предпосылки возникновения, тяжесть последствий, а также способы предотвращения, устранения и контроля ОПС.

4. Формируемая многофакторная классификация опасных производственных ситуаций, характерных для угледобывающих предприятий, является основой для создания Атласа, использование которого на практике обеспечит достоверность прогнозирования, оперативность выявления и устранения опасных производственных ситуаций при управлении производственным риском. Решение о включении конкретной опасной производственной ситуации в атлас характерных ОПС, то есть признание ОПС характерной, целесообразно принимать на основе величины (высокой частоты) ее повторов.

5. Применение предложенного набора классификационных признаков для классификации опасных производственных ситуаций позволяет установить дефектные элементы и связи в горнотехнической и организационно-технологической системах предприятия, воздействия на которые обеспечат приемлемый уровень производственного риска для безопасного осуществления переходных процессов.

Список литературы

1. Яковлев В.Л., 2019. *Исследование переходных процессов — новое направление в развитии методологии комплексного освоения георесурсов*. Екатеринбург: УрО РАН, 284 с.
2. Яковлев В.Л., 2015. Переходные процессы в технологии разработки сложноструктурных месторождений полезных ископаемых. *Открытые горные работы в XXI веке-1: Матер. II Междунар. конф. В 2 т. Т.1. Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 10 (спец. вып. 45-1), С. 65 - 76.
3. Лисовский В.В., 2016. Управление производственными рисками посредством контроля и устранения опасных производственных ситуаций на угледобывающем предприятии. *Безопасность труда в промышленности*, № 2, С. 67 - 72.
4. Артемьев В.Б., Галкин В.А., Кравчук И.Л., 2015. *Безопасность производства (организационный аспект)*. Москва: Горная книга, 144 с.
5. Лисовский В.В., Кравчук И.Л., Денисов С.Е., 2019. Производственный конфликт как основа управления производственным риском. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 9, С. 211 - 218. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-09-0-211-218
6. Кравчук И.Л., Лисовский В.В., 2018. Концепция управления производственным риском на угледобывающих предприятиях, основанная на контроле опасных производственных ситуаций. *Подземная угледобыча XXI век-3. Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 12 (спец. выпуск № 65), Т.3, С. 3 - 12.
7. Кравчук И.Л., Пикалов В.А., Неволина Е.М., Ютяев Е.П., Иванов Ю.М., 2017. Особенности формирования и функционирования систем обеспечения безопасности горнодобывающих предприятий в сложных условиях разработки месторождений. *Уголь*, № 5, С. 60 - 67.
8. Яковлев В.Л., Кравчук И.Л., Неволина Е.М., Иванов Ю.М., 2018. Требования к системе обеспечения безопасности в условиях переходных процессов на горнодобывающем предприятии. *Уголь*, № 7, С. 26 - 30.
9. Яковлев В.Л., Кравчук И.Л., Неволина Е.М., 2018. Обоснование модели управления производственным риском угледобывающего предприятия в условиях высокой динамики среды. *Проблемы недропользования*, № 4 (19), С. 100 - 106. DOI: 10.25635/2313-1586.2018.04.100
10. Артемьев В.Б., Галкин В.А., Макаров А.М., Кравчук И.Л., Галкин А.В., 2016. Механизм предотвращения реализации опасной производственной ситуации. *Уголь*, № 5 (май), С. 73 - 77.
11. Артемьев В.Б., Лисовский В.В., Сальников А.А., Ютяев Е.П., Иванов Ю.М., Кравчук И.Л., 2016. Освоение контроля опасных производственных ситуаций – новый этап в повышении безопасности и эффективности производства в АО «СУЭК». *Уголь*, № 12, С. 46 - 50.

12. Артемьев В.Б., Лисовский В.В., Ютяев Е.П., Федоров А.В., Килин А.Б., Кулецкий В.Н., Циношкин Г.М., Добровольский А.И. Заньков А.П., Галкин В.А., Макаров А.М., Кравчук И.Л., Довженок А.С., Галкин А.В., 2018. Надежное обеспечение безопасности труда на предприятиях СУЭК: Отдельная статья. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 5, 42 с.

13. Лисовский В.В., Кравчук И.Л., Смолин А.В., 2019. О необходимости классификации опасных производственных ситуаций на угледобывающих предприятиях. *Безопасность жизнедеятельности в третьем тысячелетии: Сб. матер. VII Междунар. науч.практ. конф. Под ред. А.И. Сидорова*. Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, С. 108 - 113.

14. Kravchuk I.L., Lisovskii V.V., Nevolina E.M., 2019. Approach to classification of hazardous production situations. *Process Management and Scientific Developments: Materials of the International Conference*, Birmingham, United Kingdom, November 14, pp. 152 - 158.

15. Артемьев В.Б., Лисовский В.В., Добровольский А.И., Кравчук И.Л., 2017. Резервы повышения безопасности производства в АО «СУЭК». *Уголь*, № 8 (август), С. 106 - 113.

16. Артемьев В.Б., Лисовский В.В., Циношкин Г.М., Кравчук И.Л., 2018. СУЭК на пути к «нулевому травматизму». *Уголь*, № 8 (август), С. 71 - 75.

References

1. Yakovlev V.L., 2019. *Issledovanie perekhodnykh protsessov — novoe napravlenie v razvitii metodologii kompleksnogo osvoeniya georesursov* [Study of transients as a new direction in the development of the methodology of integrated development of geo-resources]. Ekaterinburg: UrO RAN, 284 p.

2. Yakovlev V.L., 2015. *Perekhodnye protsessy v tekhnologii razrabotki slozhno-strukturnykh mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh* [Transients in the technology of development of complex-structured mineral deposits]. *Otkrytye gornye raboty v XXI veke-1: Mater. II Mezhdunar. konf. V 2 t. T.1. Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*, № 10 (spets. vyp. 45-1), p. 65 - 76.

3. Lisovskii V.V., 2016. *Upravlenie proizvodstvennymi riskami posred-stvom kontrolya i ustraneniya opasnykh proizvodstvennykh situatsii na ugledobyvayushchem predpriyatii* [Production risk management due the means of controlling and eliminating hazardous production situations at a coal mining enterprise]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, № 2, p. 67 - 72.

4. Artem'ev V.B., Galkin V.A., Kravchuk I.L., 2015. *Bezopasnost' proizvodstva (organizatsionnyi aspekt)* [Production safety (organizational aspect)]. Moscow: Gornaya kniga, 144 p.

5. Lisovskii V.V., Kravchuk I.L., Denisov S.E., 2019. *Proizvodstvennyi konflikt kak osnova upravleniya proizvodstvennym riskom* [Production conflict as a basis for production risk management]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*, № 9, p. 211 - 218. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-09-0-211-218

6. Kravchuk I.L., Lisovskii V.V., 2018. *Kontseptsiya upravleniya proizvodstvennym riskom na ugledobyvayushchikh predpriyatiyakh, osnovannaya na kontrole opasnykh proizvodstvennykh situatsii. Podzemnaya ugledobycha XXI vek-3*. [Concept of industrial risk management at coal mining enterprises based on the control of hazardous production situations. Underground coal mining XXI century-3]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*, № 12 (spets. vypusk № 65), Vol. 3, p. 3 - 12.

7. Kravchuk I.L., Pikalov V.A., Nevolina E.M., Yutyayev E.P., Ivanov Yu.M., 2017. *Osobennosti formirovaniya i funktsionirovaniya sistem obespecheniya bezopasnosti gornodobyvayushchikh predpriyatii v slozhnykh usloviyakh razrabotki mestorozhdenii* [Features

of the formation and functioning of safety assurance systems of mining enterprises in difficult conditions of field development]. *Ugol'*, № 5, p. 60 - 67.

8. Yakovlev V.L., Kravchuk I.L., Nevolina E.M., Ivanov Yu.M., 2018. *Trebovaniya k sisteme obespecheniya bezopasnosti v usloviyakh perekhodnykh protsessov na gornodobyvayushchem predpriyatii* [Requirements for the security system in the conditions of transients at a mining enterprise]. *Ugol'*, № 7, p. 26 - 30.

9. Yakovlev, V.L. Kravchuk I.L., Nevolina E.M., 2018. *Obosnovanie modeli upravleniya proizvodstvennym riskom ugledobyvayushchego predpriyatiya v usloviyakh vysokoi dinamiki sredy* [Model substantiation for the production risk management of a coal mining enterprise in conditions of high environmental dynamics]. *Problemy nedropol'zovaniya*, № 4 (19), p. 100 - 106. DOI: 10.25635/2313-1586.2018.04.100

10. Artem'ev V.B., Galkin V.A., Makarov A.M., Kravchuk I.L., Galkin A.V., 2016. *Mekhanizm predotvrashcheniya realizatsii opasnoi proizvodstvennoi situatsii* [Mechanism for preventing the development of a dangerous production situation]. *Ugol'*, № 5 (mai), p. 73 - 77.

11. Artem'ev V.B., Lisovskii V.V., Sal'nikov A.A., Yutyayev E.P., Ivanov Yu.M., Kravchuk I.L., 2016. *Osvoenie kontrolya opasnykh proizvodstvennykh situatsii– novyi etap v povyshenii bezopasnosti i effektivnosti proizvodstva v AO "SUEK"* [Mastering the control of hazardous production situations as a new stage in improving the safety and efficiency of production at OOO "SUEK"]. *Ugol'*, № 12, p. 46 - 50.

12. Artem'ev V.B., Lisovskii V.V., Yutyayev E.P., Fedorov A.V., Kilin A.B., Kuletskii V.N., Tsinoshkin G.M., Dobrovol'skii A.I. Zan'kov A.P., Galkin V.A., Makarov A.M., Kravchuk I.L., Dovzhenok A.S., Galkin A.V., 2018. *Nadezhnoe obespechenie bezopasnosti truda na predpriyatiyakh SUEK: Otdel'naya stat'ya* [Reliable provision of labor safety at SUEK enterprises: a separate article]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*, № 5, 42 p.

13. Lisovskii V.V., Kravchuk I.L., Smolin A.V., 2019. *O neobkhodimosti klassifikatsii opasnykh proizvodstvennykh situatsii na ugledobyvayushchikh predpriyatiyakh* [On the need for classification of hazardous production situations at coal mining enterprises]. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti v tret'em tysyacheletii: Sb. mater. VII Mezhdunar. nauch.prakt. konf. Pod red. A.I. Sidorova. Chelyabinsk: Izd. tsentr YuUrGU*, p. 108 - 113.

14. Kravchuk I.L., Lisovskii V.V., Nevolina E.M., 2019. Approach to classification of hazardous production situations. *Process Management and Scientific Developments: Materials of the International Conference*, Birmingham, United Kingdom, November 14, pp. 152 - 158.

15. Artem'ev V.B., Lisovskii V.V., Dobrovol'skii A.I., Kravchuk I.L., 2017. *Rezervy povysheniya bezopasnosti proizvodstva v AO "SUEK"* [Reserves for improving production safety in OOO "SUEK"]. *Ugol'*, № 8 (avgust), p. 106 - 113.

16. Artem'ev V.B., Lisovskii V.V., Tsinoshkin G.M., Kravchuk I.L., 2018. *SUEK na puti k "nulevomu travmatizmu"* [SUEK on the way to "zero injuries"]. *Ugol'*, № 8 (avgust), p. 71 - 75.