

## О ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА НА ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

А. В. Смолин

«Научно-исследовательский институт эффективности и безопасности горного производства»  
(ООО НИИОГР), Челябинск, Россия, e-mail: 89507358464@mail.ru

**Аннотация:** Представлены теоретические, методические и практические подходы к проектированию системы обеспечения безопасности труда (СОБТ) на горнодобывающем предприятии. Целесообразность проектирования обусловлена современными социально-экономическими условиями функционирования горных предприятий. В этих условиях перед системой ставится задача не просто снижения производственного травматизма, необходима возможность прогноза и управления производственным риском; тем самым обеспечивается переход от снижения частоты травм к контролю вероятности их возникновения. Проект формирования, развития и функционирования СОБТ включает в себя расчет и обоснование основных параметров СОБТ, обеспечивающих приемлемый уровень производственного риска, а также описание поэтапного развития СОБТ. Разработка и реализация проекта СОБТ позволит обеспечить высокую результативность системы, а также ее эффективность и надежность. Эффективность достигается путем устранения производственных конфликтов между подсистемами обеспечения эффективности и безопасности горного производства, а также увеличением результативности от вкладываемых в безопасность инвестиций. Основой управления производственным риском является механизм контроля опасных производственных ситуаций (ОПС). Контроль ОПС осуществляется на трех уровнях управления: стратегическом, ситуативном и оперативном. Формирование и функционирование СОБТ на основе организационно-технического проекта позволит интегрировать процедуру управления производственным риском в систему управления производством, тем самым обеспечивая формирование безопасных условий, необходимых для эффективного выполнения производственного задания.

**Ключевые слова:** горнодобывающие предприятия, система обеспечения безопасности труда, проектирование, организационно-технический проект, организация производства, производственный риск, структура риска, опасная производственная ситуация, отклонения от требований безопасности.

**Для цитирования:** Смолин А. В. О проектировании системы обеспечения безопасности труда на горнодобывающих предприятиях // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2022. – № 5–2. – С. 233–242. DOI: 10.25018/0236\_1493\_2022\_52\_0\_233.

About the design of the labor safety system at mining enterprises

A. V. Smolin

«NIIOGR», LLC, Chelyabinsk, Russia

**Abstract:** The article presents theoretical, methodological and practical approaches to the design of an occupational safety system (OSH) at a mining enterprise. The feasibility of designing is due to the modern socio-economic conditions of the functioning of mining enterprises. In these conditions, the system is not only tasked with reducing occupational injuries, but also predicting and managing occupational risks, thereby ensuring the transition from reducing the frequency of injuries to controlling the likelihood of their occurrence. The project for the formation, development and operation of the OSH includes the calculation and justification of the main parameters of the OSH, ensuring an acceptable level of production risk, as well as a description of the phased development of the OSS. The development and implementation of the OSH project will allow not only to ensure the high efficiency of the system, but also to ensure its efficiency and reliability of operation. Efficiency is achieved by eliminating production conflicts between subsystems for ensuring the efficiency and safety of mining operations, as well as increasing the efficiency of investments made in safety. The basis of industrial risk management is the mechanism for controlling hazardous industrial situations (OPS). OPS control is carried out at three levels of management: strategic, situational and operational. The formation and operation of the OSH on the basis of the organizational and technical project will allow integrating the production risk management procedure into the production management system. Thus, to ensure the formation of safe conditions necessary for the effective performance of the production task.

**Key words:** mining enterprises, labor safety system, design, organizational and technical design, production organization, production risk, risk structure, hazardous production situation, deviations from safety requirements.

**For citation:** Smolin A. V. About the design of the labor safety system at mining enterprises. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2022;(5–2):233–242. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236\_1493\_2022\_52\_0\_233.

---

## Введение

Основной реальной целью создания и развития систем обеспечения безопасности на горнодобывающих предприятиях до сих пор являлось снижение частоты производственного травматизма и аварийности [1]. Снижение частоты производственного травматизма достигается путем предотвращения повторов травм на основе анализа произошедших несчастных случаев. На сегодняшний день достигнуты такие низкие показатели травматизма, как, например, удельный показатель смертельного травматизма на один миллион тонн добытого угля менее 0,04. Дальнейшее снижение уровня травматизма (согласно общемировой тенденции – функционирование предприятий без травм и аварий) требует решения следующей более сложной задачи – снижения вероятности травмирования на основе моделирования

производственного процесса и прогноза возможных несчастных случаев, тем самым недопущения возникновения ранее не случавшихся травм и аварий. Созданная для снижения частоты производственного травматизма научная и нормативная база должна быть пересмотрена, дополнена и развита в соответствии с новой целью [2].

Вместе с тем существующая система обеспечения безопасности труда на горнодобывающих предприятиях остается ориентированной на «старую цель», так как законодательство, методы и принципы управления безопасностью не претерпели существенного изменения и не соответствуют новым социально-экономическим условиям. Сформированные системы ориентированы на ликвидацию последствий аварий и травм, а безопасность обеспечивается, в основном, технико-технологическими решениями и, тем самым, фак-

тически вынуждена работать по факту реализованной опасности [3]. Именно такой подход долгое время позволял снижать частоту производственного травматизма и повышать результативность системы обеспечения безопасности труда как способности устранять и контролировать растущие по мере усложнения горных работ опасности и, тем самым, достигать приемлемого уровня риска травмирования.

Необходимость снижения вероятности травм и аварий на производстве обуславливает повышение требований к надежности и эффективности системы обеспечения безопасности труда как возможности с наименьшими затратами обеспечить и поддерживать приемлемый уровень риска. Это требование обусловлено новыми социально-экономическими условиями [4]: жесткой конкуренцией на сырьевых рынках, резкими перепадами спроса и цены на полезные ископаемые [5]. Эти условия ставят новые задачи для производства — адаптация и развитие не только производственных систем [6], но и систем обеспечения безопасности труда [7].

В результате возникают противоречия между новыми задачами производства и традиционными способами их решения. Это приводит к рассогласованию во взаимодействии основных подсистем предприятия; самое яркое проявление этого рассогласования — наличие производственного конфликта между системами обеспечения безопасности и эффективности производства. Происходит это потому, что изменились цели, задачи, функции предприятия, а система безопасности производства осталась той же [8].

Технико-технологическое перевооружение горнодобывающих предприятий обусловило очень высокие темпы развития производственной системы. Темпы развития организации системы

обеспечения безопасности труда ниже, поскольку СОБТ ещё работает по принципам и методам снижения частоты производственного травматизма и не ориентирована на приоритет эффективной работы предприятия [9].

Однако в долгосрочной перспективе эффективным может быть только безопасное производство. Поэтому устойчивое функционирование горных предприятий в нестабильном сырьевом рынке возможно только при балансе эффективности и безопасности производства. Баланс достигается путем приведения производственных систем горнодобывающих предприятий в соответствие с системами обеспечения безопасности, что подразумевает также согласованность технико-технологических и организационно-управленческих решений. Для того чтобы обеспечить согласованность решений, необходимо дополнить и развить СОБТ, тем самым реализовать следующие требования к системе:

- надежность — безотказность функционирования;
- эффективность — социальная и экономическая.

Достичь высокого уровня эффективности и надежности СОБТ, формируя ее только лишь по типовым положениям СУОТ и ПБ, невозможно, так как при этом формируется система из слабо взаимосвязанных технических, организационных и информационных элементов.

Формирование и целенаправленное развитие системы обеспечения безопасности труда проводится путем разработки и реализации организационно-технического проекта, в основе которого управление производственным риском.

### **Методы проектирования СОБТ**

Основным методом достижения высоких показателей результативности, эффективности и надежности системы

обеспечения безопасности труда на горнодобывающих предприятиях является управление производственным риском как мерой опасности срыва производственного задания, который с большой вероятностью спровоцирует осознанное нарушение требований охраны труда и промышленной безопасности со стороны работников предприятия. Такой подход к управлению риском позволяет минимизировать производственный конфликт между эффективностью и безопасностью производства и тем самым обеспечить максимальную эффективность функционирования СОБТ [10].

Основное средство достижения высоких показателей охраны труда и промышленной безопасности — используемая модель управления риском. Проведенные на угледобывающих предприятиях исследования функционирования систем обеспечения безопасности труда показали, что наиболее оптимальной моделью управления производственным риском с точки зрения понятности для персонала предприятий и точности оценки опасности является опасная производственная ситуация. Именно поэтому производственный риск и опасная производственная ситуация являются базой для формирования проекта СОБТ.

Проект СОБТ — это прообраз (прототип) системы обеспечения безопасности с изначально четко определенными целями, достижение которых определяет завершение проекта, с установленными требованиями к срокам, результатам, риску, рамкам расходования средств и ресурсов и к организационной структуре.

Разработка проекта СОБТ начинается с проведения оценки производственного риска. Для этого выявляются или моделируются и прогнозируются группой экспертов характерные и возможные опасные производственные ситуации. Для предприятий, на кото-

рых уже ведется учет и контроль опасных производственных ситуаций, как, например, в АО «СУЭК-Кузбасс», исходной базой для оценки производственного риска служит Атлас ОПС. Результаты оценки производственного риска соотносятся с планируемыми производственными показателями горнодобывающего предприятия. Исходя из этого соотнесения, рассчитываются и определяются основные параметры СОБТ. Всего предполагается 5 основных этапов проектирования СОБТ (рис. 1).

При оценке производственного риска важно понимать не только его уровень, но и его структуру. Производственный риск складывается из трех составляющих: фонового риска, обусловленного технико-технологическим развитием производства, добавленного системного риска, обусловленного нарушениями из-за неудовлетворительной организации работ, и добавленного индивидуального риска, обусловленного недостаточной дисциплиной и квалификацией рабочего персонала, а также человеческим фактором [11].

Для того чтобы эффективно управлять производственным риском на этапе проектирования системы обеспечения безопасности, должна рассчитываться и обосновываться результативность системы как ее способность снижать фоновый риск. Результативность системы достигается, в основном, за счет технико-технологических решений и определяется экономической целесообразностью. Еще одним наиважнейшим параметром СОБТ является ее надежность — как способность удерживать фоновый риск на приемлемом уровне. Надежность СОБТ обеспечивается через организационно-управленческие мероприятия, нацеленные на контроль добавленного риска, обусловленного нарушениями

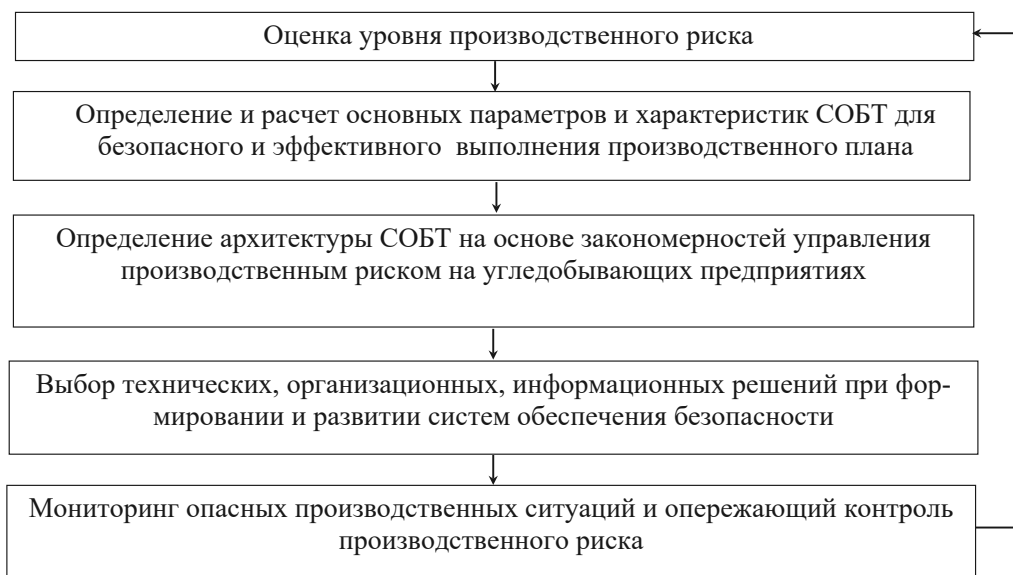


Рис. 1. Основные этапы проектирования СОБТ  
 Fig. 1. The main stages of DBMS design

требований безопасности. Нарушения требований безопасности, выявленные на предприятиях АО «СУЭК-Кузбасс» в 2016 году, были проанализированы и сгруппированы на основе четырех причин их возникновения:

- 1) «ошибки персонала» (5 – 7% проанализированных нарушений);
- 2) недостаточная квалификация (17 – 25% проанализированных нарушений);
- 3) низкая дисциплина (29 – 32% проанализированных нарушений);
- 4) неудовлетворительная организация (40 – 50% проанализированных нарушений).

Каждая группа нарушений была исследована по четырем характеристикам риска, обусловленного этими нарушениями:

- 1) частота возникновения (количество нарушений в месяц по этой причине);
- 2) разновидность нарушаемых требований безопасности (сколько пунктов правил нарушается по этой причине);

3) потенциальная опасность (возможный ущерб от реализации нарушений по этой причине);

4) время на устранение риска (время на выявление + время на реализацию мер по его устранению).

Проведена качественная оценка характеристик по каждой группе путем попарного сравнения для выявления закономерностей, позволяющих осуществлять контроль риска (табл. 1).

Проектирование СОБТ с учетом выявленных закономерностей позволяют переориентировать систему на переход от преимущественно надзорной деятельности к контролю рисков и управлению отклонениями производственного процесса от требований безопасности.

Прогноз и предупреждение опасных производственных ситуаций, провоцирующих персонал работать с отклонениями от требований безопасности, повысит не только надежность СОБТ, но и ее эффективность за счет профилактики нарушений требований без-

Таблица 1

**Закономерности управления производственным риском с учетом причин нарушений, его обуславливающих**

**Patterns of production risk management, taking into account the causes of violations that cause it**

Причины нарушений	Характеристики риска			
	Частота возникновения (повторения)	Разновидность нарушаемых требований безопасности	Потенциальная опасность	Время на устранение
«Ошибки персонала»	Низкая	Высокая	Высокая	Высокое
Недостаточная квалификация	Средняя	Средняя	Средняя	Высокое
Низкая дисциплина	Высокая	Средняя	Низкая	Низкое
Неудовлетворительная организация производственных процессов	Высокая	Низкая	Низкая	Низкое

опасности, без дополнительных затрат на устранение фактически выявленных нарушений. Снижение количества возникающих нарушений позволит службе производственного контроля анализировать отклонения и их причины, осуществлять оценку риска отклонений с учетом времени их существования. На основе проведенной оценки уже в рамках нарядной системы линейным персоналом будет осуществлен оперативный контроль, а именно оценка опасности конкретного отклонения и комбинаций с наиболее вероятными нарушениями [12].

В совокупности с другими мерами по снижению травматизма такой подход к контролю риска травмирования дает положительные результаты за счет обоснования оптимального выбора технических, организационных, информационных решений при формировании и развитии систем обеспечения безопасности.

Рассчитанные параметры результативности, надежности и эффективности СОБТ позволяют определить

архитектуру системы на основе установленных закономерностей производственного риска (рис. 2).

В соответствии с выбранной архитектурой СОБТ определяются этапы и сроки реализации проекта формирования и развития СОБТ на горнодобывающем предприятии (рис. 3).

### **Результаты и их обсуждение**

Планируемым результатом проектирования системы обеспечения безопасности труд на горнодобывающих предприятиях главным образом является повышение эффективности и надежности этих систем. Достигаются эти результаты за счет дополнения и уточнения типовых документов расчетами основных параметров СОБТ для конкретного предприятия. Таким образом происходит принципиальное развитие СОБТ (табл. 2).

На сегодняшний день проектирование СОБТ частично реализовано на угледобывающих предприятиях АО «СУЭК». Реализация проекта получила наибольшее распространение на пред-



Рис. 2. Архитектура СОБТ  
Fig. 2. DBMS architecture

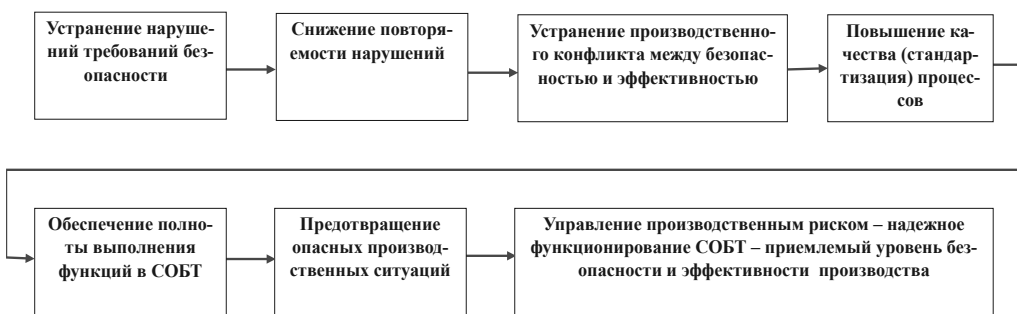


Рис. 3. Этапы реализации проекта системы обеспечения безопасности труда  
Fig. 3. Stages of implementation of the labor safety system project

Таблица 2

**Ожидаемые результаты от реализации проекта СУОТиПБ**  
**Expected results from the implementation of the SUOTiPB project**

Особенности	Типовая система управления ОТ и ПК	Спроектированная система управления ОТ и ПБ
Основной инструмент	Соблюдение всех правил и требований безопасности	Снижение производственного риска до приемлемого уровня
Структура	Организационная структура, своды правил и требований	Функциональная структура, проект, реестры рисков
Принцип функционирования	Воспроизводство	Развитие
Принцип управления	Статичное	Динамичное
Принцип формирования	Аналогия	Расчет и обоснование параметров системы

Особенности	Типовая система управления ОТ и ПК	Спроектированная система управления ОТ и ПБ
Приоритетная направленность	Технико-технологическая	Организационно-техническая
Подготовка персонала	Оператор	Оператор-риск-менеджер
Основа для совершенствования	Разбор происшествий	Моделирование и прогноз

приятнях АО «СУЭК-Кузбасс». Были разработаны и реализованы основные элементы управления производственным риском: контроль своевременного устранения нарушений, контроль повторяемости нарушений, выявление и устранение опасных производственных ситуаций, идет активная работа по предотвращению их возникновения.

Результатом реализации проекта стала положительная динамика производственного травматизма и аварийности, снижение количества нарушений и опасных производственных ситуаций. Результаты подтверждаются статистическими данными, а также фиксируются в виде опроса персонала компании.

### Заключение

Задача снижения вероятности травматизма и аварийности на горных

предприятиях на сегодняшний день не имеет известного однозначного решения, определенно предприятия пойдут (часть из них уже идут) по пути управления риском. На этом пути многие из них, как показывает практика, столкнутся с проблемой низкой эффективности и надёжности своих систем обеспечения безопасности труда. Проблема это во многом обусловлена существующими принципами формирования системы по типовым положениям, не учитывающим характерные особенности каждого отдельного предприятия. Такой подход приводит к тому, что СОБТ зачастую не имеет целостности и представляет собой набор не взаимосвязанных элементов. Проектирование СОБТ, выбор ее архитектуры, расчет и обоснование ее основных параметров позволит найти решение данной проблемы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гендлер С. Г., Фалова Е. С., Воронкова Ю. А. Анализ состояния производственного травматизма в Кировском филиале АО «Апатит» // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. — 2019. — № 4. — С. 63–72.
2. Файнбург Г. З. Методы оценки профессионального риска и их практическое применение (от метода Файна-Кинни до наших дней) // Безопасность и охрана труда. — 2020. — № 2 (83). — С. 25–41.
3. Филатов Ю. М., Ли Х. У., Павлов А. Ф., Гаврилов Д. В., Соболев В. В., Зелинский А. В. Совершенствование и развитие системы оперативного управления охраной труда и промышленной безопасностью // Безопасность труда в промышленности. — 2019. — № 9. — С. 22–25.
4. Maria S. Q. Domingues, Adelina L. F. Baptista, Miguel Tato Diogo. Engineering complex systems applied to risk management in the mining industry // International Journal



of Mining Science and Technology. 2017, vol. 27, iss. 4, pp. 611–616. DOI: 10.1016/j.ijmst.2017.05.007.

5. Botao Zhong, Xing Pan, Chanjuan Tao. Hazard analysis: A deep learning and text mining framework for accident prevention // *Advanced Engineering Informatics*. 2020, vol. 46, pp. 54–62. DOI: 10.1016/j.aei.2020.101152.

6. Na XU, Ling MA, Qing Liu, Li WANG, Yongliang Deng. An improved text mining approach to extract safety risk factors from construction accident reports // *Safety Science*. 2021, vol. 138, pp. 79–87. DOI: 10.1016/J.SSCI.2021.105216.

7. Debi Prasad Tripathy, Charan Kumar Ala. Identification of safety hazards in Indian underground coal mines // *Journal of Sustainable Mining*. 2018, vol. 17, iss. 4, pp. 175–183. DOI: 10.1016/j.jsm.2018.07.005.

8. Артемьев В. Б., Лисовский В. В., Добровольский А. И., Галкин В. А., Макаров А. М., Кравчук И. Л., Каледина Н. О., Воробьева О. В., Галкин А. В. Роль руководителя и персонала в обеспечении безопасности производства. Библиотека горного инженера-руководителя. Вып. 32. – М.: «Горная книга», 2017. – 48 с.

9. Яковлев В. Л., Кравчук И. Л., Неволина Е. М. Обоснование модели управления производственным риском угледобывающего предприятия в условиях высокой динамики среды // *Проблемы недропользования*. – 2018. – № 4 (19). – С. 100–106. DOI: 10.25635/2313–1586.2018.04.100.

10. Кравчук И. Л., Лисовский В. В. Концепция управления производственным риском на угледобывающих предприятиях, основанная на контроле опасных производственных ситуаций // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. – 2018. – № 565. – С. 3–12. DOI: 10.25018/0236–1493–2018–12–65–3-12.

11. Кравчук И. Л., Смолин А. В. О целесообразности проектирования системы обеспечения безопасности труда на угледобывающем предприятии // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. – 2021. – № 5–1. – С. 316–325. DOI: 10.25018/0236\_1493\_2021\_51\_0\_316.

12. Смолин А. В., Кравчук И. Л. О необходимости классификации опасных производственных ситуаций на угледобывающих предприятиях // *Безопасность жизнедеятельности в третьем тысячелетии: Сборник материалов VII международной научно-практической конференции ЮУрГУ*. – Челябинск, 2019. **ПАЗ**

## REFERENCES

1. Gendler S. G., Falova E. S., Voronkova Yu. A. Analysis of the state of industrial injuries in the Kirov branch of Apatit JSC. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*. 2019, no. 4, pp. 63–72. [In Russ].

2. Fainburg G. Z. Methods of occupational risks evaluation and their practical application (since the Fine-Kinney's method upper the nowadays). *Safety and labor protection*. 2020, no. 2 (83), pp. 25–41. [In Russ].

3. Filatov Yu. M., Lee H. U., Pavlov A. F., Gavrillov D. V., Sobolev V. V., Zelinsky A. V. Improvement and development of the operational management system for labor protection and industrial safety. *Occupational Safety in Industry*. 2019, no. 9, pp. 22–25. [In Russ].

4. Maria S. Q. Domingues, Adelina L. F. Baptista, Miguel Tato Diogo. Engineering complex systems applied to risk management in the mining industry. *International Journal of Mining Science and Technology*. 2017, vol. 27, iss. 4, pp. 611–616. DOI: 10.1016/j.ijmst.2017.05.007.

5. Botao Zhong, Xing Pan, Chanjuan Tao. Hazard analysis: A deep learning and text mining framework for accident prevention. *Advanced Engineering Informatics*. 2020, vol. 46, pp. 54–62. DOI: 10.1016/j.aei.2020.101152.

6. Na XU, Ling MA, Qing Liu, Li WANG, Yongliang Deng. An improved text mining approach to extract safety risk factors from construction accident reports. *Safety Science*. 2021, vol. 138, pp. 79–87. DOI: 10.1016/J.SSCI.2021.105216.

7. Debi Prasad Tripathy, Charan Kumar Ala. Identification of safety hazards in Indian underground coal mines. *Journal of Sustainable Mining*. 2018, vol. 17, iss. 4, pp. 175–183. DOI: 10.1016/j.jsm.2018.07.005.

8. Artem'yev V. B., Lisovskiy V. V., Dobrovolskiy A. I., Galkin V. A., Makarov A. M., Kravchuk I. L., Kaledina N. O., Vorob'yova O. V., Galkin A. V. The role of the manager and personnel in ensuring the safety of production. Library of a mining engineer-leader. Is. 32. Moscow, «Gornaya kniga», 2017, 48 p. [In Russ].

9. Yakovlev V. L., Kravchuk I. L., Nevolina E. M. Scientific validation of the production risk management model in coal mining enterprises under the conditions of environments high dynamics. *Problemy nedropol'zovaniya*. 2018, no. 4 (19), pp. 100–106. DOI: 10.25635/2313–1586.2018.04.100 [In Russ].

10. Kravchuk I. L., Lisovskiy V. V. The concept of management of production risk at coal mines based on the control of dangerous industrial situations. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2018, no. S65, pp. 3–12. DOI: 10.25018/0236–1493–2018–12–65–3-12. [In Russ].

11. Kravchuk I. L., Smolin A. V. Expedience of occupational safety system design in a coal mine. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2021;(5–1):316–325. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236\_1493\_2021\_51\_0\_316.

12. Smolin A. V., Kravchuk I. L. On the need to classify hazardous production situations at coal mining enterprises. *Life safety in the third millennium. Collection of materials of the VII International Scientific and Practical Conference of SUSU*. Chelyabinsk, 2019. [In Russ].

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Смолин Антон Вячеславович – канд. техн. наук, научный сотрудник ООО НИИОГР, доцент ЮУрГУ, ORCID:0000-0001-5386-5911 454048, Россия, г. Челябинск, Энтузиастов, 30, оф. 717, 89507358464@mail.ru.

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Smolin A. V., Cand. Sci. (Eng.), research scientist, «NIIOGR», LLC, assoc. SUSU, Chelyabinsk, Russia.

Получена редакцией 01.10.2021; получена после рецензии 14.03.2022; принята к печати 10.04.2022.

Received by the editors 01.10.2021; received after the review 14.03.2022; accepted for printing 10.04.2022.

