

УДК 338.001.36
JEL: O14, O33
DOI 10.24147/1812-3988.2021.19(2).48-55

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАТИВНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Л.В. Кортенко

Уральский государственный экономический университет (Екатеринбург, Россия)

Информация о статье

Дата поступления
23 декабря 2020 г.

Дата принятия в печать
15 февраля 2021 г.

Тип статьи

Аналитическая статья

Ключевые слова

Информационная система,
производственная безопас-
ность, горнодобывающее пред-
приятие, MRP II, ERP II

Аннотация. Приведены статистические примеры проблем в управлении производственной безопасностью горнодобывающих предприятий, обобщены особенности и роль обращения информации, проведен анализ информационных систем для выявления блока управления оперативной производственной безопасностью в них. Сформулированы аспекты, которые необходимо учитывать при планировании мероприятий по обеспечению производственной безопасности. Анализ информационных систем и программных продуктов для управления горными предприятиями и решения задач оперативного управления промышленной безопасностью позволяет структурировать рынок программных продуктов и информационных систем. Выделены пять групп информационных систем для горнодобывающих предприятий: по обеспечению производственной безопасности, ERP, интеграция системы автоматизации оперативного управления предприятием с MRP II, ERP II (представлены 1C и SAP), функциональные производственные информационные системы. Систематизация развития информационных систем горнодобывающих предприятий позволяет прогнозировать слияние функционального программного обеспечения, ERP II, технологических разработок по отдельным направлениям систем безопасности с целью повышения безопасности персонала и самих горнодобывающих производств в интересах общества и окружающей среды. Приведены примеры использования информационными системами комплексных цифровых программных решений: цифровой макет или двойник, дополненная и виртуальная реальность, промышленный интернет вещей, блокчейн и облачные вычисления, дроны и робототехника, искусственный интеллект и нейронет. Сделан вывод, что снабжение сотрудников для обеспечения их безопасности перечисленными цифровыми программными решениями и их обучение требуемым цифровым навыкам увеличивает длительность жизненных циклов информационных систем, повышает их конкурентные преимущества; развитие и реализация информационных систем повышают достижения горных предприятий благодаря совершенствованию оперативного управления их производственной безопасностью.

INFORMATION SYSTEMS FOR MANAGING OPERATIONAL PRODUCTION SAFETY OF MINING ENTERPRISES

L.V. Kortencko

Ural State University of Economics (Yekaterinburg, Russia)

Article info

Received
December 23, 2020

Accepted
February 15, 2021

Type paper

Analytical paper

Abstract. The study provides statistical examples of problems in the management of industrial safety of mining enterprises, the features and role of information circulation are summarized, analyzes information systems to identify the block of operational production safety management unit in them. The aspects that need to be taken into account when planning measures to ensure industrial safety are formulated. The analysis of the information systems and software products for the management of mining enterprises and solving the problems of operational management of industrial safety allows to structure the market of software products and information systems. Five groups of information systems for mining enterprises are identified: on providing a production security, ERP, integration the enterprise operational management automation system with MRP II, ERP II (presented by 1C and SAP), functional production information systems. Systematization of the development of information systems of mining enterprises allows us to predict the merger of functional software, ERP II, technological developments in certain areas of security systems in order to improve the safety of personnel and the mining enterprises themselves in the interests of society and the environment. The article contains examples of the use by information systems the integrated digital software solutions: digital mock-up, augmented and virtual reality, industrial internet of things, blockchain and cloud

Keywords

Information system, industrial safety, mining enterprise, MRP II, ERP II

computing, drones and robotics, artificial intelligence and NeuroNet. Providing employees with the listed digital software solutions to ensure their security and training them in the required digital skills increases the duration of the life cycles of information systems, increases their competitive advantages. The development and implementation of information systems increase the achievements of mining enterprises by improving the operational management of their production safety.

1. Введение. Горные предприятия всех сфер и направлений деятельности стремятся достигнуть социально-экономической эффективности, с каждым годом усложняя, разрабатывая и внедряя инновационные технологии в свой нелегкий труд. Как для любых особо опасных производств, вопросы промышленной и пожарной безопасности, охраны труда и окружающей среды, экономической и информационной безопасности для них остаются на первом месте. Невозможно подвести итоги и результаты успешной деятельности и определить прибыль, потеряв репутацию надежного производителя, партнера, работодателя, субъекта хозяйственной деятельности в регионе, поэтому эффективное управление производственной безопасностью требует оперативности, обоснованности, тщательности, контроля и ответственности. В настоящее время на горнодобывающих предприятиях «до 60 % травм и аварий происходит вследствие действий персонала, вызванных ошибочными представлениями о реальном уровне опасности» [1, с. 60]. По данным европейского аналитика В. де Леув, статистика по управлению в сферах охраны труда, окружающей среды и промышленной безопасности составляет для одной «нефтяной компании супер-класса: 3 серьезных аварии каждые 2 года; 1 катастрофа в 20 лет; ежегодные потери 0,3 % от оборота, 4 % от выручки; одной серьезной аварии предшествуют 50 незначительных и 500 инцидентов»¹. Меньшие предприятия демонстрируют подобные компаниям «супер-класса» результаты.

2. Обзор литературы. Об управлении производственной безопасностью предприятий писали В.Л. Могилат, Р.Р. Усманов, Е.В. Кислицын и С.В. Орехова, В.А. Уварова и др. [1–4]. Для предприятий горнодобывающей промышленности по этому же направлению работали А.Ф. Клебанов, Ч. Бо, Л. Ксюелонг, И.В. Штыкова и Н.В. Мазур, А.В. Варичев и др. [5–9]. Интеграция информационных систем и управления рассмотрена Н. Байгорик [10], Д. Комленович [11]. Литературы по использованию 1С и SAP в сфере управления оперативной произ-

водственной безопасностью на горных предприятиях не обнаружено ни в российских, ни в зарубежных источниках, только публикации в Интернете². В научных публикациях (см.: [12–14]) и различных интернет-источниках³ найдена информация о практическом применении специализированных программ по управлению производственной безопасностью.

3. Гипотезы и методы исследования. Анализ и систематизация содержания, особенностей и достоинств рекомендуемых и используемых информационных систем управления разнонаправленных горных предприятий позволит определить наличие в них блока управления оперативной производственной безопасностью на всех уровнях менеджмента, его качества и уровня использования в деятельности предприятий. Материалом исследования стали публикации в журналах, «Российской газете», статистические данные и заявления из открытых интернет-источников. Методами работы были анализ и синтез, сравнение и обобщение, абстрагирование, систематизация, индукция и дедукция. Обсуждение результатов исследования состоялось 4 декабря 2020 г. на VIII Международной научно-практической конференции «ВИ-технологии и корпоративные информационные системы в оптимизации бизнес-процессов», проходившей в Уральском государственном экономическом университете, по итогам доклада автора.

4. Результаты исследования. Любая система оперативного управления производственной безопасностью горнодобывающего производства призвана вырабатывать предупреждающие решения, основанные на имеющейся базе знаний, данных и фактов. При планировании мероприятий по обеспечению производственной безопасности необходимо учитывать многие аспекты: количество и уровень квалификации работающих, природно-климатические особенности, результаты специальной оценки условий труда всех рабочих мест, проверок и анализа безопасности предыдущих периодов, наработки испытательных станций, лабораторий по проверке средств защиты, обо-

рудования, производственных образцов и поверке средств измерений и т. д.

Контроль состояния всех производственных процессов с позиции безопасности, включая обеспеченность персонала необходимыми допусками к работе и средствами индивидуальной защиты, отсутствие травматизма, профзаболеваний, чрезвычайных ситуаций, обеспечивает рациональную организацию производственной системы. Для воплощения планов управления безопасностью горнодобывающего производства требуется «единая система, позволяющая проактивно управлять безопасностью и оперативно реагировать на все изменения на предприятии, напрямую или косвенно влияю-

щие на безопасность и здоровье людей» [2]. Учет и реализация всех требований при управлении безопасностью горнодобывающего производства позволяют экономическим субъектам планировать дальнейшее финансирование и определять результативность работы, ее экономическую эффективность. Комплексный подход к оперативному управлению производственной безопасностью, пронизывающий все бизнес-процессы и структуры менеджмента горнодобывающего предприятия и касающийся вопросов репутации, социума, экологии, соблюдения требований и стандартов, мог бы в полной мере обуславливать и поддерживать экономическую эффективность бизнеса (см. рис.).



*Роль единой системы оперативного управления производственной безопасностью
(сост. на основе анализа: [1; 4])*

The role of the unified operational safety management system (comp. by on the basis of the analysis: [1; 4])

На качество передачи, обработки, приема и понимания информации, в применяемой информационной системе оперативного управления производственной безопасностью на предприятии во многом влияют особенности и характеристики передаваемой информации, используемой информационной системы в техническом смысле (аппаратно-программные средства, каналы передачи, программное обеспечение и т. д.), задействованных сотрудников, природно-климатических условий, стиля, принципов, миссии, приоритетов управления.

Для нивелирования особенностей и характеристик перечисленных элементов подсистемы информирования между уровнями управления к информационной системе предъявляется требование алгоритмической выработки предлагаемых вариантов с указанием сроков и результатов оценки риска для принятия руководящим составом обоснованного, взвешенного и наилучшего оперативного управленческого решения. Такая алгоритмическая выработка вариантов управленческого решения основывается на требованиях и стандартах по промышленной, пожарной, транспортной безопасности, охране труда, электробезопасности, гра-

жданской обороне и чрезвычайным ситуациям, содержащихся в ГОСТах, СНИПах, СанПиНах, нормативно-правовых актах государства, а также паспортах на оборудование, формулярах, инструкциях, рекомендациях и справочниках. При выработке вариантов управленческого решения также учитываются практически постоянные допустимые значения параметров, коэффициентов влияния, характеристики систем защиты, содержащиеся в технической документации. Для оперативного управления производственной безопасностью в отношении сотрудников горнодобывающего производства важно учитывать квалификацию и сроки аттестации персонала, сроки последних пройденных инструктажей, тренировок, обучения и подготовки к сложным производственным ситуациям. Учету всех перечисленных направлений оперативного управления производственной безопасностью горнодобывающего предприятия требуется соответствующее программное обеспечение, поэтому на современных горнодобывающих предприятиях применяются программы производственного планирования всех ресурсов *MRP II (Manufacturing Resources Planning)*, полный цикл управления

которых подразумевает составление планов, учет фактов, анализ отклонений планов и фактов, принятие управленческих решений.

А.Ф. Клебановым выделены следующие специализированные классы комплексных информационных систем, используемых на горнодобывающих предприятиях: 1) диспетчерские системы оперативного управления процессами добычи и переработки полезных ископаемых; 2) системы геологического моделирования и планирования горных работ; 3) корпоративные системы управления производством; 4) многофункциональные системы безопасности горных работ [5].

Систематизация информации о процессах и результатах работы горнодобывающих предприятий показала, что большинство из них обеспечено корпоративными системами управления производством *ERP*-системами (*Enterprise Resource Planning*) или даже *ERP II* (*Enterprise Resource and Relationship Processing*). Последние предназначены для управления корпоративными (внутренними, группы предприятий) ресурсами и внешними связями; к объектам управления в *ERP II* относятся и взаимосвязи с поставщиками, клиентами, государством, общественными организациями. Научный интерес представляют вопросы о том, в какой мере используемые информационные системы на горнопромышленных предприятиях позволяют:

– оперативно управлять производственной безопасностью для сохранения благополучия персонала, социума, природы, репутации горнодобывающего предприятия посредством соблюдения всех требований и стандартов промышленной, пожарной, транспортной безопасности, охраны труда, электробезопасности, гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций;

– синергично с обеспечением производственной безопасности достигать значимых результатов работы и желаемой экономической эффективности посредством взаимосвязи и согласованности стратегии предприятия с регулированием реальных ситуаций их исполнения на конкретных рабочих местах.

В результате наблюдения и изучения вопроса обеспеченности горнодобывающих предприятий различными информационными системами было отмечено следующее.

Во-первых, на рынке информационных систем для горнодобывающих производств представлено некоторое количество программных продуктов по обеспечению производственной

безопасности предприятий, например многофункциональные системы безопасности (МФСБ) АСУ ТП, информационная система управления «Промышленная безопасность и охрана труда», АСУ ТП горношахтного оборудования и др.

Во-вторых, рекомендуемая программа планирования производственных ресурсов уровня *ERP* для горнодобывающих предприятий была идентифицирована только одна – Универсальная система учета (*УСУ*, или *USU*)⁴, в то время как подобного уровня программ для промышленно-производственных предприятий на рынке информационных систем существует значительно большее количество.

В-третьих, компания ВИСТ эволюционно объединила свои продукты – Систему управления промышленной безопасностью⁵ и элементы системы, содержащей автоматизацию основ оперативного управления предприятием, в том числе нарядной системы, относящейся к группе информационных ресурсов уровня *MRP II*, – в Систему оперативного управления работами и промбезопасностью *VG Work & Safety Management*. Такое объединение решает задачу обеспечения оперативности управления производственной безопасностью по всей вертикали управления предприятием.

В-четвертых, сегодняшний уровень обеспеченности предприятий горнодобывающих производств качественными *ERP II*, объединяющими планирование управления предприятием, корпоративными ресурсами и внешними связями с содержанием в них разработок по оперативному управлению производственной безопасностью, можно считать удовлетворительным. У предприятий есть выбор между «1С: ERP Горнодобывающая промышленность 2» с модулем «1С: Производственная безопасность. Комплексная»⁶ и *SAP* с модулем *SAP EHS* [9]⁷.

Программный продукт 1С, представленный отечественным разработчиком, включает разделы промышленной и пожарной безопасности, охрану труда и окружающей среды. На базе продукта «1С: Производственная безопасность. Комплексная» ИНТЕРС уже разработал систему более высокого порядка «Техносферная безопасность». Продукты, составляющие *ERP II* в исполнении 1С, востребованы нефтяными, угольными, нефтегазовыми предприятиями России.

В *SAP EHS Management* реализованы бизнес-процессы, касающиеся охраны труда и здо-

ровья персонала, управления безопасностью (риски, эксплуатация, контроль предписаний, учет инцидентов и т. п.), окружающей среды, опасных веществ и материалов. Содержание комплекса автоматизации процессов в сфере производственной безопасности семейства решений *SAP Sustainability* включает: управление происшествиями, управление рисками по здоровью, активам, процессам, охрану окружающей среды, управление изменениями, нарядно-допускную систему⁸.

Охрана труда, как правило, во всех программах оперативного управления производственной безопасностью включает направления специальной оценки условий труда, запланированные мероприятия и проверки, средства индивидуальной защиты, медосмотры и необходимые допуски к работе. Изучение содержания наиболее успешных информационных систем, содержащих функции оперативного управления производственной безопасностью, показало, что уже в настоящее время в них активно используются не только полный цикл управления предприятием и оборудованием с планированием внешних и внутренних ресурсов, но и новейшие цифровые технологии: контроль и распознавание самочувствия человека с помощью датчиков и видеокамер с прогнозированием вероятности профзаболеваний и планированием мероприятий по сохранению его здоровья; роботизация, автоматизация, дроны, например беспилотные самосвал для работы в шахте или машина для погрузочно-разгрузочных работ с *GPS*-оборудованием и лазерными радарными взаимно обмениваются с информационными системами управления предприятием в целом и позволяют в итоге осуществлять оперативное управление промышленной безопасностью непосредственно на рабочих местах. В отношении управления воздействием на окружающую среду комплексный подход *SAP* автоматизированно собирает данные показателей производительности, может учитывать и контролировать источники сбросов и выбросов, отслеживать потребление ресурсов и образование отходов, данные мониторинга воздействия транспортных средств и экологических разрешений и формировать отчетность во многих ракурсах. В «Сибирской угольной энергетической компании» интеграция вендинговых аппаратов и *SAP* обеспечивает оперативную выдачу средств индивидуальной защиты и учет материально-технических ценностей⁹.

В-пятых, среди специализированного программного обеспечения для горных предприятий выделяются функциональные производственные информационные системы [8], которые могут быть, прежде всего, частью *MRP II*:

– общего назначения (*Gemcom, Maptek, Mintec, Surpac and Datamine*);

– специализированные для буровзрывных работ, вентиляции, геомеханики, календарного планирования, оборудования, оптимизации карьеров, экологии и т. п. (*Bentley*¹⁰, *Galena, GDM, Gemcom, Geostat, Lynx, Micromine, Minescape, Ellipse, MineStar, MineMarket, MineSight, Visualizer, Acquire, DSS, RockWare, Techbase, Surpac, Quarry, Scheduling, Xplorpac, DrillKing, Vulcan 3D Software* и т. д.);

– управления производством (*Modular Mining Systems, Tritronics, Aquila, Wenco*).

Но оперативное управление производственной безопасностью, соответствующее требованиям российского законодательства, в них отсутствует.

5. Заключение. Обзор информационных систем управления, используемых горнодобывающими предприятиями, показал, что, с одной стороны, те используют программные продукты уровней *MRP II* и *ERP* или *ERP II*, функциональные производственные информационные системы, но при этом недостаточно обеспечены комплексными программными продуктами управления, включающими блоки управления оперативной производственной безопасностью. В развитии информационных систем управления для горнодобывающих предприятий прогнозируется слияние специализированного функционального программного обеспечения, *ERP II*, технологичных наработок по отдельным направлениям систем безопасности. При их разработке необходимо предусмотреть снабжение сотрудников цифровыми программными решениями для обеспечения их безопасности и обучение требуемым цифровым навыкам, что увеличит длительность жизненных циклов информационных систем, повысит их конкурентные преимущества и принесет наибольшую пользу клиентам. Предположительно, заблаговременное развитие и реализация выводов проведенного исследования максимально возможным числом участников бизнес-сообщества, учеными и практиками сфер горнодобывающего производства и информационных технологий значимо повысят достижения каждого из горных предприятий посредством

повышения качества оперативного управления производственной безопасностью.

Примечания

¹ Решения SAP для управления в сфере охраны труда, промышленной безопасности и охраны окружающей среды. URL: <https://vods.dm.ux.sap.com/ru-digital-summer-webinars/pdfs/1407OlegMarochkin-EHS.pdf> (дата обращения: 11.05.2020).

² 1С: Производственная безопасность. Комплексная. URL: https://solutions.1c.ru/catalog/ehs_compl (дата обращения: 03.05.2020); Промышленный вендинг: интеграция в SAP на примере АО «СУЭК». URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5c5d2b6eb5123200ad904194/promyshlennyi-vending-integraciya-v-sap-na-primere-ao-suek-5c763baf57acc00b6dcc400> (дата обращения: 15.05.2020); Решения SAP Источник новых инновационных подходов в охране труда, промышленной безопасности и охране окружающей среды. URL: <http://www.mioge.ru/wwwmioge/files/1a/1afe4154-ce66-4c8f-b1b2-c2ce1b8132da.pdf> (дата обращения: 14.05.2020).

³ Промышленное программное обеспечение. URL: http://www.usu.kz/2/promyshlennoe_programmnoe_obespechenie.php (дата обращения: 11.05.2020);

Системы управления промышленной безопасностью предприятий и объектов от технологической компании Vist. URL: <https://vistgroup.ru/solutions/promyshlennaya-bezopasnost/> (дата обращения: 01.05.2020); Краткий обзор современного состояния программного обеспечения для горных предприятий. URL: <http://masters.donntu.org/2003/fvti/petrovskaya/lib/review.htm> (дата обращения: 11.05.2020).

⁴ Промышленное программное обеспечение.

⁵ Системы управления промышленной безопасностью предприятий и объектов от технологической компании Vist.

⁶ 1С: Производственная безопасность. Комплексная.

⁷ См. также: Промышленный вендинг: интеграция в SAP на примере АО «СУЭК».

⁸ Решения SAP Источник новых инновационных подходов в охране труда, промышленной безопасности и охране окружающей среды.

⁹ Промышленный вендинг: интеграция в SAP на примере АО «СУЭК».

¹⁰ Краткий обзор современного состояния программного обеспечения для горных предприятий. URL: <http://masters.donntu.org/2003/fvti/petrovskaya/lib/review.htm> (дата обращения: 11.05.2020).

Литература

1. Ковалев М. Н., Гусев В. Л., Могилат В. Л. Оценка информационных потоков в системе управления промышленной безопасностью горных предприятий // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2006. – № 8. – С. 60–64.

2. Усманов Р. Р. Система управления производственной безопасностью // Охрана труда и пожарная безопасность. – 2019. – № 5. – URL: <https://otpb.com.ru/articles/sistema-upravleniya-proizvodstvennoy-bezopasnostyu>.

3. Кислицын Е. В., Орехова С. В. Оценка сравнительной совокупной факторной производительности в российской промышленности // Достижения в области системной науки и приложений. – 2019. – № 19 (4). – С. 45–57.

4. Уварова В. А., Хлыст С. В., Роженок Р. М., Артюхина Л. В. Системы мониторинга технологических и производственных процессов коммерческих предприятий // Измерительная техника. – 2007. – № 7. – С. 59–62.

5. Клебанов А. Ф. Информационные системы горного производства и основные направления развития автоматизации открытых горных работ // Горная промышленность. – 2015. – № 2. – С. 73.

6. Cheng Bo, Cheng Xin, Zhai Zhongyi, Zhang Chengwen, Chen Junliang. Web of Things-Based Remote Monitoring System for Coal Mine Safety Using Wireless Sensor Network // International Journal of Distributed Sensor Networks. – 2014. – Vol. 10, iss. 8. – P. 1–14. – DOI: 10.1155/2014/323127.

7. Xuelong Li, Zuoyong Cao, Youlin Xu. Characteristics and trends of coal mine safety development // Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects. – 2020. – DOI: 10.1080/15567036.2020.1852339.

8. Штыкова И. В., Мазур Н. В. Программное обеспечение реального времени для предприятий горнодобывающей промышленности // Технические науки – от теории к практике : сб. ст. по материалам XXIII междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск : СибАК, 2013. – С. 29–36.

9. Варичев А. В., Кретов С. И., Исмагилов Р. И., Бадтчиев Б. П., Владимиров Д. Я. Комплексный подход к интеллектуальным системам управления горным производством // Горная промышленность. – 2016. – № 3. – С. 4.

10. Bajgoric N. Organizational Systems Integration: Management Information Systems Perspective // Concurrent Engineering. – 1997. – Vol. 5, iss. 2. – P. 113–121. – DOI: 10.1177/1063293X9700500203.

11. Komljenovic D. Development of risk-informed, performance-based asset management in mining // International Journal of Mining, Reclamation and Environment. – 2008. – Vol. 22, iss. 2. – P. 146–153. – DOI: 10.1080/17480930701562176.

12. Gunningham N, Sinclair D. A Cluster of Mistrust: Safety in the Mining Industry // *Journal of Industrial Relations*. – 2011. – Vol. 53, iss. 4. – P. 450–466. – DOI: 10.1177/0022185611409112.

13. Liu He, Cui Yan, Yanqing Duan, Stankovski St., Zhang Xiaoshuan, Zhang Jian. Development and evaluation of a brine mining equipment monitoring and control system using Wireless Sensor Network and fuzzy logic // *Transactions of the Institute of Measurement and Control*. – 2018. – Vol. 40, iss. 6. – P. 2062–2081. – DOI: 10.1177/0142331217696145.

14. Yaqin Wu, Mengmeng Chen, Lidong Niu, Pengfei Qiu, Aitao Zhou. A new safety supervision model for underground coal mines in China // *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*. – 2020. – DOI: 10.1080/15567036.2020.1804486.

References

1. Kovalev M.N., Gusev V.L., Mogilat V.L. Otsenka informatsionnykh potokov v sisteme upravleniya promyshlennoi bezopasnost'yu gornyykh predpriyatii [Assessment of information flows in the industrial safety management system of mining enterprises]. *Mining Information and Analytical Bulletin*, 2006, no. 8, pp. 60-64. (in Russian).

2. Usmanov R.R. Sistema upravleniya proizvodstvennoi bezopasnost'yu [Industrial safety management system]. *Okhrana truda i pozharnaya bezopasnost'*, 2019, no. 5, available at: <https://otpb.com.ru/articles/sistema-upravleniya-proizvodstvennoy-bezopasnostyu>. (in Russian).

3. Kislitsyn E.V., Orekhova S.V. Otsenka sravnitel'noi sovokupnoi faktornoj proizvoditel'nosti v rossijskoi promyshlennosti [Evaluation of comparative aggregate factor productivity in Russian industry]. *Advances in systems science and applications*, 2019, no. 19 (4), pp. 45-57. (in Russian).

4. Uvarova V.A., Khlyst S.V., Rozhenok R.M., Artyukhina L.V. Systems for monitoring technological and production processes of commercial enterprises. *Measurement Techniques*, 2007, Vol. 50, no. 7, pp. 782-787. DOI: 10.1007/s11018-007-0149-5.

5. Klebanov A.F. Informatsionnye sistemy gornogo proizvodstva i osnovnye napravleniya razvitiya avtomatizatsii otkrytykh gornyykh rabot [Information systems of mining production and the main directions of development of open-pit mining automation]. *Mining Industry*, 2015, no. 2, p. 73. (in Russian).

6. Cheng Bo, Cheng Xin, Zhai Zhongyi, Zhang Chengwen, Chen Junliang. Web of Things-Based Remote Monitoring System for Coal Mine Safety Using Wireless Sensor Network. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2014, Vol. 10, iss. 8, pp. 1-14. DOI: 10.1155/2014/323127.

7. Xuelong Li, Zuoyong Cao, Youlin Xu. Characteristics and trends of coal mine safety development. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 2020. DOI: 10.1080/15567036.2020.1852339.

8. Shtykova I.V., Marur N.V. Programmnoe obespechenie real'nogo vremeni dlya predpriyatii gornodobyvayushchei promyshlennosti [Real-time software for mining enterprises], in: *Tekhnicheskie nauki – ot teorii k praktike [Technical sciences – from theory to practice]*, collection of articles on the materials of 23rd International scientific and practical conference, Novosibirsk, SibAK publ., 2013, pp. 29-36. (in Russian).

9. Varichev A.V., Kretov S.I., Ismagilov R.I., Badtiev B.P., Vladimirov D.Ya. Kompleksnyi podkhod k intellektual'nym sistemam upravleniya gornym proizvodstvom [Integrated approach to intelligent mining management systems]. *Russian Mining Industry*, 2016, no. 3, p. 4. (in Russian)

10. Bajgoric N. Organizational Systems Integration: Management Information Systems Perspective. *Concurrent Engineering*, 1997, Vol. 5, iss. 2, pp. 113-121. DOI: 10.1177/1063293X9700500203.

11. Komljenovic D. Development of risk-informed, performance-based asset management in mining. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, 2008, Vol. 22, iss. 2, pp. 146-153. DOI: 10.1080/17480930701562176.

12. Gunningham N., Sinclair D. A Cluster of Mistrust: Safety in the Mining Industry. *Journal of Industrial Relations*, 2011, Vol. 53, iss. 4, pp. 450-466. DOI: 10.1177/0022185611409112.

13. Liu He, Cui Yan, Yanqing Duan, Stankovski St., Zhang Xiaoshuan, Zhang Jian. Development and evaluation of a brine mining equipment monitoring and control system using Wireless Sensor Network and fuzzy logic. *Transactions of the Institute of Measurement and Control*, 2018, Vol. 40, iss. 6, pp. 2062-2081. DOI: 10.1177/0142331217696145.

14. Yaqin Wu, Mengmeng Chen, Lidong Niu, Pengfei Qiu, Aitao Zhou. A new safety supervision model for underground coal mines in China. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 2020. DOI: 10.1080/15567036.2020.1804486.

Сведения об авторе

Кортенко Людмила Васильевна – канд. экон. наук, доцент кафедры информационных технологий и статистики

Адрес для корреспонденции: 620144, Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта / Народной Воли, 62/45

E-mail: mikroraionEkb@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-4103-4413

РИНЦ AuthorID: 508229

About the author

Liudmila V. Kortenko – PhD in Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technologies and Statistics

Postal address: 62/45, 8 Marta / Narodnoi Voli ul., Yekaterinburg, 620144, Russia

E-mail: mikroraionEkb@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-4103-4413

RSCI AuthorID: 508229

Для цитирования

Кортенко Л. В. Информационные системы управления оперативной производственной безопасностью горных предприятий // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». – 2021. – Т. 19, № 2. – С. 48–55. – DOI: 10.24147/1812-3988.2021.19(2).48-55.

For citations

Kortenko L.V. Information systems for managing operational production safety of mining enterprises. *Herald of Omsk University. Series "Economics"*, 2021, Vol. 19, no. 2, pp. 48-55. DOI: 10.24147/1812-3988.2021.19(2).48-55. (in Russian).