

DOI: 10.25558/VOSTNII.2023.46.61.013

УДК 331.45

© Н.О. Зонова, 2023

Н.О. ЗОНОВА

аспирант

ОмГТУ, г. Омск

e-mail: kow-nad2009.92@mail.ru



АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА

В настоящее время не существует каких-либо универсальных методов оценки профессиональных рисков, поэтому данная процедура представляет собой трудоемкий процесс обработки информации. Следует отметить, что это также связано и с тем фактом, что на сегодняшний день не существует единой методологии для оценки и управления профессиональными рисками. Следовательно, по результатам обзора можно сделать вывод, что автоматизированные системы оценки профессиональных рисков являются актуальными и востребованными программными продуктами, которые упрощают и автоматизируют работу специалистов службы охраны труда.

В проанализированных автоматизированных системах оценки профессиональных рисков не уделено внимания влиянию человеческого фактора, поэтому авторами предложена усовершенствованная автоматизированная информационная система для оценки профессионального риска с учетом влияния человеческого фактора. Представление человеческого фактора в авторской методике осуществляется в виде формальной системы счисления, т. е. его формализации в рамках влияния на оценку профессионального риска. Это реализуется с помощью экспертного метода, метода анкетирования, аналитического метода анализа литературных данных, метода теоретического обобщения полученных результатов и т. д.

Созданная автоматизированная система построения математической модели профессиональных рисков, на основе обработки мнений экспертов и формирования комплексной оценки, позволяет количественно учесть человеческий фактор.

Ключевые слова: АВТОМАТИЗАЦИЯ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РИСК, ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА.

На современном этапе развития системы управления профессиональными рисками (ПР) возникла необходимость в разработке автоматизированной информационной системы (АИС) оценки профессиональных рисков, т. к. с введением в действие статьи 218 ТК РФ «Профессиональные риски» работодатели обязаны проводить оценку ПР в своих организациях [1]. Но данная процедура оценки профес-

сиональных рисков представляет трудоемкий процесс обработки имеющейся информации для управления профессиональными рисками, т. к. число факторов, влияющих на правильность принятия решения, велико [2], а автоматизация данного процесса позволит упростить проведение данной работы, осуществить контроль выполнения мероприятий по управлению профессиональными рисками и их снижению.

Значимость автоматизации в управлении профессиональными рисками описана авторами F. Brocal, C. González, M.A. Sebastián [3]. В результате проведенных исследований ими была разработана методика «TICHER» для выявления профессиональных рисков и внедрена в автоматизированные производственные процессы. В ходе исследования было доказано, что применение передовых технологий автоматизации в производственном процессе значительно повысило безопасность производства. Авторами E. Kwegyir-Afful, M. Lindholm, S. Tilabi, S. Tajudeen, J. Kantola оценивается эффективность компьютерного моделирования и технологий виртуальной реальности для оценки профессиональных рисков с помощью 3D-моделирования. Авторы данной работы отмечают, что автоматизированные приложения по оценке профессиональных рисков находятся только на начальном этапе, однако результаты их внедрения указывают на значительные возможности использования данной разработки [4].

По мнению автора С. Насера, использование современных цифровых технологий позволяет упростить и автоматизировать процедуру анализа профессиональных рисков для различных видов деятельности. Использование цифровых технологий позволит создавать АИС, которая будет включать данные о факторах, приводящих к возникновению опасной ситуации в разных производственных условиях. С помощью необходимых алгоритмов можно рассчитать и соотнести зависимость влияния различных факторов на человека, таким образом получить объективную оценку профессиональных рисков работника [5].

Богуш М.И. и др. в своей работе указывают, что АИС оценки профессиональных рисков с учетом ЧФ предназначена для принятия решений по обеспечению безопасности. Сама система оценки профессиональных рисков представляет часть сложной автоматизированной системы управления предприятием, которая позволяет оценить уровень профессиональных рисков с учетом влияния ЧФ [6].

Несмотря на растущий уровень автоматизации и цифровизации, учет ЧФ при оценке и прогнозировании профессиональных рисков в данных системах находится на недостаточном уровне, хотя производственные процессы по-прежнему в значительной степени зависят от влияния ЧФ. Человеческий фактор трудно оценить количественно и объективно, поэтому разработка АИС оценки профессиональных рисков с учетом влияния ЧФ включает авторскую модель оценивания психофизиологического состояния и поведения человека в различных ситуациях с помощью интегрального критерия для оценки влияния ЧФ на уровень профессиональных рисков [7].

Использование АИС дает возможность построить авторскую математическую модель, учитывающую имеющиеся наработки и систематические данные о факторах риска. Современные цифровые технологии позволяют достаточно быстро оценить влияние на человека различных факторов, приводящих к повышению уровня профессиональных рисков, но они не учитывают количественно важность влияния на него ЧФ.

Так, в ходе проведения исследования был произведен обзор существующих АИС по оценке профессиональных рисков. Всего было найдено более 15 программных решений. Рассмотрим наиболее распространенные ПО.

1. Система Q4 Safety [8]. Q4 от Engica — это программное решение для управления работой охраны труда, которое включает четыре основных модуля, обеспечивающих функции управления жизненным циклом для ресурсоемких и опасных производств. Один из модулей системы обеспечивает управление процессом оценки профессиональных рисков, выдачу наряд-допусков, ограничений на допуски, выполняет основные процедуры по охране труда в области управления профессиональными рисками, позволяет осуществлять комплексное управление аудитом.

2. IHS Environmental Performance Solution [9] — информационная платформа по управлению профессиональными рисками. Программное обеспечение IHS для оценки профессиональных рисков помогает реализовать

единую стратегию управления, создает надежную базу знаний, позволяющую принимать эффективные, профилактические меры по снижению и контролю профессиональных рисков. Внедряет лучшие практики с помощью предварительно отформатированных шаблонов для анализа безопасности труда (JSA), анализа опасности на рабочем месте (JHA), анализа рабочих задач (JTA), анализа безопасности на основе поведения (BBS), анализа ограниченного пространства, эргономики, анализа безопасности машин, оценки рисков на рабочем месте и т. д.

3. Интегрированная система охраны труда «Производственный контроль» (ИСОБР) [10] — это автоматизированная система охраны труда, которая определяет риски, обеспечивает координацию работ, управление рабочим процессом, регистрирует все инциденты, оценивает эффективность реализации превентивных и предупредительных мер.

4. Риск Проф [11] — информационная платформа по управлению профессиональными рисками. Проводит анализ идентифицированных опасностей на рабочих местах. Проводит оценку профессиональных рисков на основе матричного метода. На основе реестра профессиональных рисков вносится в программу план мероприятий и мер по охране труда, направленный на снижение уровней ПР. Редактор реестра рисков предоставляет возможность самостоятельно актуализировать сведения об опасностях, уровнях ПР, плане мероприятий и мер.

5. Риск-Эксперт (1С) [12] — информационная платформа по управлению профессиональными рисками. Программа позволяет осуществлять оценку и управление ПР. Отличительной особенностью программы является то, что в ее основу заложены новый метод оценки рисков (Метод ИБТ) и процедура управления рисками, разработанные АНО «Институт безопасности труда».

6. 1С: Производственная безопасность. Охрана труда [13] — решение для автоматизации задач охраны труда на предприятиях различных отраслей, обеспечивающее процессы учета, планирования, контроля и формирования аналитической отчетности по охране тру-

да, отраслевой и корпоративной специфики.

7. «Охрана труда для 1С» [14]. Включает раздел «Управление рисками», который позволяет автоматизировать процессы идентификации опасностей для оценки профессиональных рисков, оценки и планирования деятельности по управлению рисками.

Анализ используемых АИС на производстве показал, что данные АИС уже сегодня активно внедряются и являются необходимым инструментарием для проведения процедуры оценки профессиональных рисков. В то же время при анализе вышеперечисленных АИС в области управления ПР было выявлено, что основным недостатком данных систем является то, что ни одна из них не учитывает влияние ЧФ на уровень ПР на производстве. Это говорит о том, что эффективное совершенствование автоматизированных систем, технологий и средств производства, которые определяют профессиональные риски, невозможно без снижения негативного влияния на них ЧФ, а для оптимизации данного процесса существует явная необходимость в разработке АИС оценки профессиональных рисков с учетом влияния ЧФ.

Поэтому целью данной работы является разработка АИС по управлению профессиональными рисками, учитывающих влияние ЧФ, для достижения безопасности работников в различных опасных ситуациях.

Автор данной статьи на основе анализа преимуществ и недостатков вышеизложенных автоматизированных информационных систем разработал относительно простую АИС оценки профессиональных рисков с учетом влияния ЧФ. Схема построения АИС показана на рис. 1 и включает базы данных и знаний статической информации об имеющихся опасностях и факторах на различных рабочих местах, базу авторской математической модели по решению расчетных задач для оценки профессиональных рисков, блоки, отвечающие за процедуры и алгоритмы загрузки и обработки данных, блок обработки выходных данных, представляющий собой подготовку расчета профессиональных рисков с учетом влияния ЧФ и формирования отчетов на основе больших массивов данных.

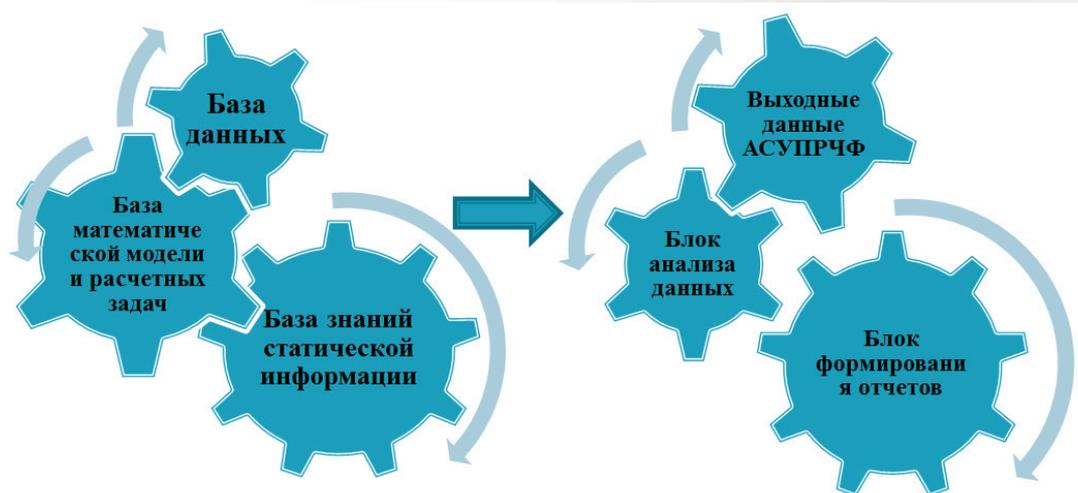


Рис. 1. Схема АИС

К основным элементам АИС относятся:

I. База данных ПР и ЧФ, которая включает информацию об идентифицированных опасностях, данные об уровне влияния ЧФ работников, мерах и мероприятиях по снижению и управлению уровнем профессиональных рисков с учетом влияния ЧФ, профзаболеваний сотрудников, результатах СОУТ и т. д. Информация в базе данных добавляется по итогам деятельности экспертов;

II. База знаний статистической информации, включает информацию о проявления профессиональных рисков, изменениях уровней ЧФ, появления новых опасностей, информацию о ранее проведенных анализах и оценки профессиональных рисков и их проявлений с учетом влияния ЧФ;

III. База применяемой авторской математической модели и расчетных задач включает информацию по разработанной авторской математической модели оценки профессиональных рисков с учетом влияния ЧФ и оценку психофизиологического состояния и поведения человека в различных ситуациях с помощью интегрального критерия человеческого фактора (ИКЧФ);

IV. Блоки анализа данных и формирования отчетов позволяет автоматизировать процесс обработки результатов проведенной процедуры оценки профессиональных рисков с учетом влияния ЧФ. Блок анализа данных включает алгоритмы, основанные на применяемой авторской математической модели оценки профессиональных рисков с уче-

тов влияния ЧФ, где ЧФ рассчитывается с помощью ИКЧФ.

Выходными данными АИС являются отчеты по идентификации опасностей, оценки уровней профессиональных рисков с учетом влияния ЧФ, с планом мер и мероприятий, призванных воздействовать на профессиональные риски с учетом влияния ЧФ с целью управления им и снижения уровня его значимости. Использование АИС предоставляет возможность автоматизировать процедуру математической обработки результатов работы экспертной комиссии по процедуре оценки профессиональных рисков, существенно снизить затраты времени и трудозатраты на процесс идентификации и оценки профессиональных рисков с учетом влияния ЧФ за счёт обработки больших объёмов информации и автоматической реализации расчетов ПР с учетом влияния ЧФ с помощью авторской математической модели [15].

Таким образом, предложенная АИС позволяет учесть особенности конкретных производственных процессов с учетом специфики различных видов деятельности и содержит набор мероприятий, используемых специалистами для обеспечения безопасного уровня профессиональных рисков с учетом влияния ЧФ.

АИС управления профессиональных рисков с учетом влияния ЧФ (АСУПРЧФ) предлагается использовать на платформе «1С: Предприятие 8.3». Окно интерфейса АСУПРЧФ представлено на рис. 2.

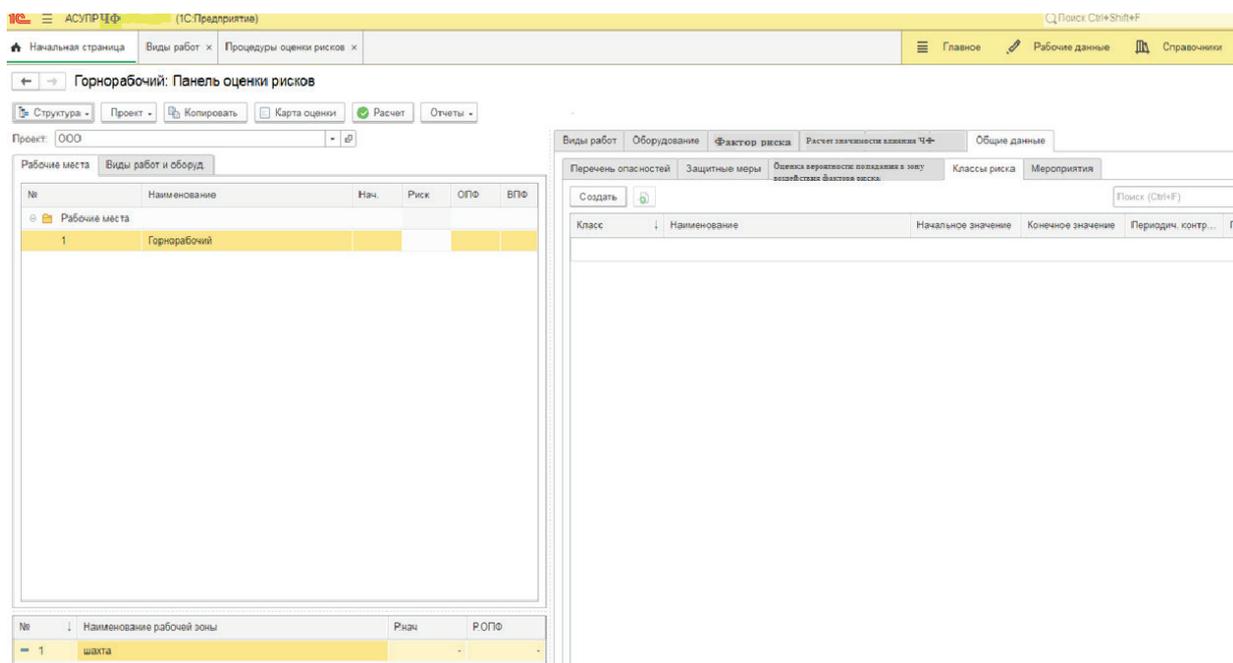


Рис. 2. Интерфейс программы

В качестве примера рассмотрим экспертную оценку ПР с учетом влияния ЧФ на рабочем месте горнорабочего.

Этап 1. Эксперт проводит оценку профессиональных рисков с учетом влияния ЧФ на основе информации, приведенной в справочниках. В соответствии с типом рабочего места формирует модель профессиональных рисков (рис. 2).

Этап 2. В АСУПРЧФ вводятся расчеты коэффициентов значимости профессиональных рисков с учетом влияния ЧФ.

Согласно результатам авторских исследований, при построении моделей для оценок вероятностей возникновения факторов риска можно использовать различные подходы [16]. Предложен ряд способов для вычисления коэффициентов относительной значимости возникновения соответствующего фактора риска [17]:

1) для кратковременных однотипных технологических операций — распределение Пуассона;

2) для постоянных источников опасно-

сти — экспоненциальное распределение с плотностью распределения вероятности времени безотказной работы;

3) подход конструирования экспертных оценок вероятностей возникновения факторов риска для заданных технологических этапов (процессов) [16].

Автором был применен способ для кратковременных однотипных технологических операций — распределение Пуассона [16] (рис. 3). В качестве оценки вероятности возникновения соответствующего фактора риска на временном промежутке T естественно взять вероятность хотя бы одного «отказа» $1 = P(0)$, т. е.

$$p = 1 - e^{-p_0 N}, \quad (1)$$

где N — количество выполняемых однотипных операций за время T , p_0 — экспертная оценка вероятности возникновения во время выполнения этой операции нештатной ситуации, условно говоря, «отказа».

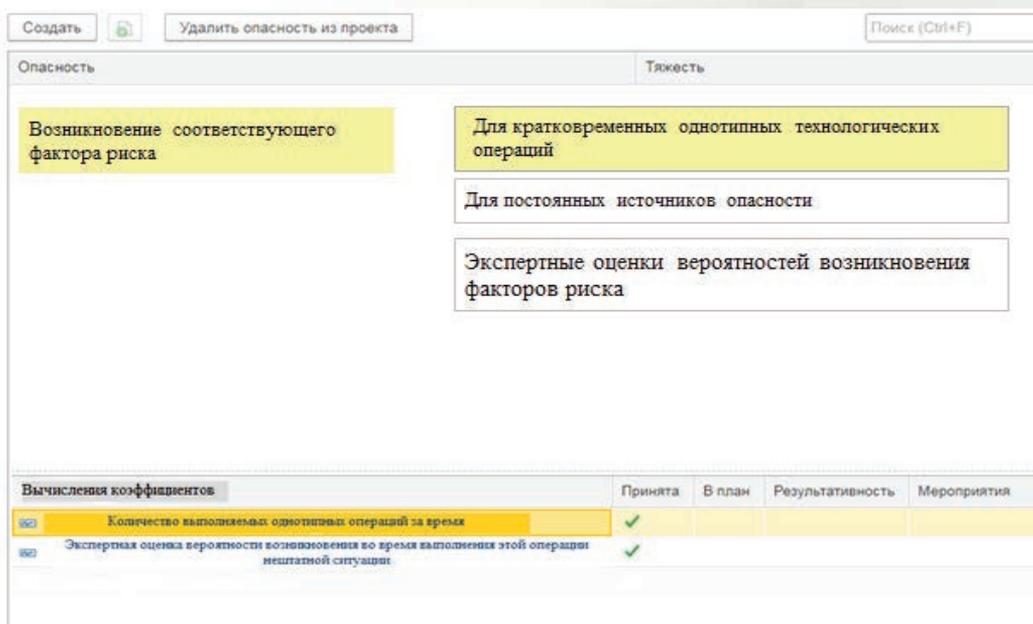


Рис. 3. Возникновение соответствующего фактора риска

Оценки вероятности попадания рабочих мест в зону воздействия факторов риска, в случае их возникновения, проведем по формуле (рис. 4):

$$q_{ij} = \frac{t_{ij}}{T}, \quad (2)$$

где t_{ij} ($0 \leq t_{ij} \leq T$ — экспертная оценка времени попадания j -го рабочего места ($j = 1, \dots, n$) в зону воздействия i -го фактора риска ($i = 1, \dots, m$) при условии его возникновения за время T [16-18].

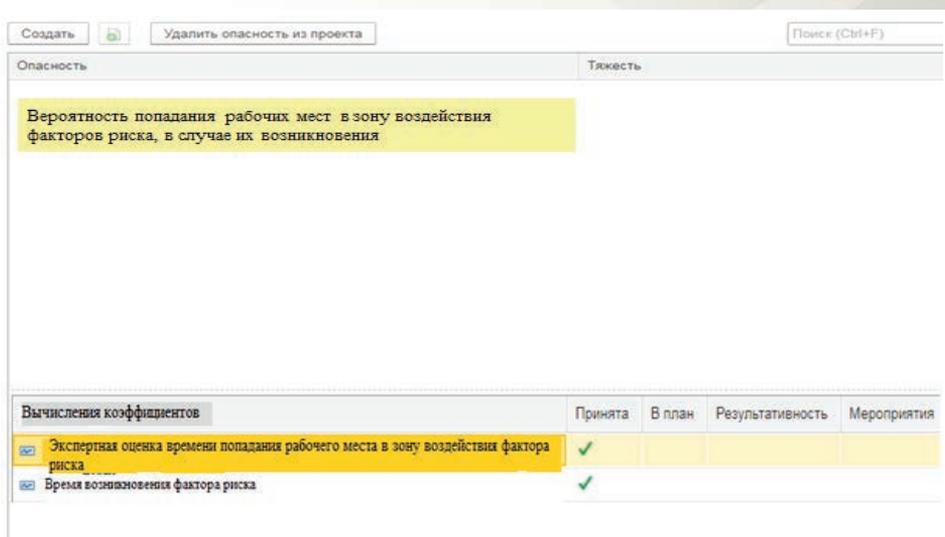


Рис. 4. Вероятность попадания рабочих мест в зону воздействия факторов риска

Этап 3. В АСУПРЧФ вводятся расчеты коэффициентов значимости влияния ЧФ.

Обозначим через $0 < h \leq 1$ экспертную оценку вероятностной меры влияния ЧФ, как негативного изменения (снижения) воз-

можностей работающего на j -ом рабочем месте выполнять безопасно производственные функции вследствие возникновения i -го фактора риска и попадания j -го рабочего места в зону его воздействия [16, 17].

В данной работе для учета влияния ЧФ на уровень профессиональных рисков автор предлагает использовать предложенную Ворошиловым Я.С. [19] концептуальную модель оценки способностей человека выполнять свои профессиональные действия в сравнении с требуемым уровнем.

В качестве оценки вероятности безопасного выполнения работ работником на уровень безопасности ($0 < h \leq 1$) принимается численная оценка личностных некомпетентных действий работников (рис. 5):

$$HF = 1 - \frac{hf}{HF}, \quad (3)$$

где hf — фактическое численное значение личных психофизиологических качеств работника, необходимых для безопасного вы-

полнения работы; HF — требуемое численное значение личных психофизиологических качеств человека, необходимых для безопасного выполнения работы, как показателя эффективности системы управления профессиональных рисков.

Влияние уровня ЧФ на уровень профессиональных рисков рассчитывается [19]:

$$hf = V_{Иj} \cdot d_1 + П_{Pj} \cdot d_2 + B_{Dj} \cdot d_3, \quad (4)$$

где $V_{Иj}$ — средняя оценка восприятия информации работником; $П_{Pj}$ — средняя оценка принятия решений работником; B_{Dj} — средняя оценка выполнения действий работником; d_1, d_2, d_3 — весовые коэффициенты, отражающие степень влияния на безопасность восприятия информации, принятия решений и выполнения действий [7].

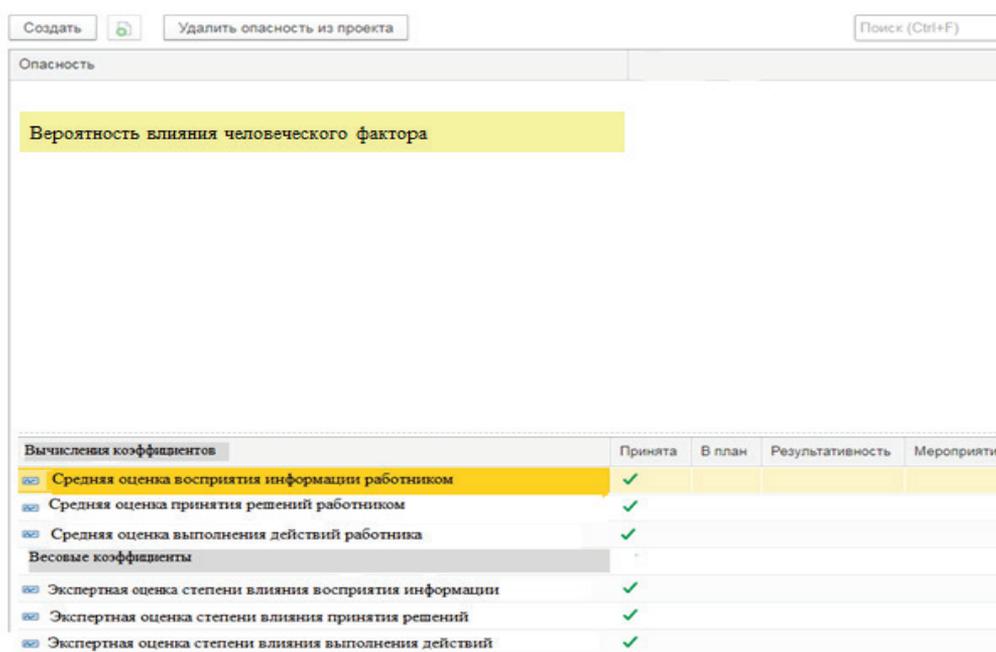


Рис. 5. Влияние уровня ЧФ

Этап 4. Осуществляется расчет профессиональных рисков с учетом влияния ЧФ. Результат расчета выводится в отдельном окне (рис. 6).

В качестве общей (интегральной) характеристики уровня риска данного этапа производственного процесса, обслуживаемого

n рабочими местами относительно данной группы m факторов риска на временном промежутке T , с учетом влияния ЧФ, будет выражение, определяемое по формуле [16-18]:

$$\bar{P} = 1 - \prod_{i=1}^m \prod_{j=1}^n (1 - P_{ij}). \quad (5)$$

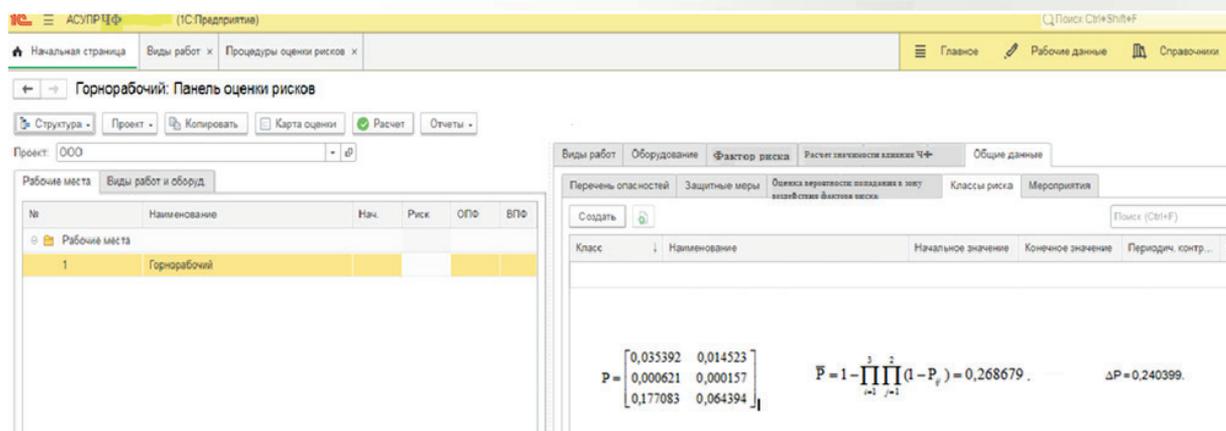


Рис. 6. Окно расчета профессиональных рисков с учетом влияния ЧФ горнорабочего

Этап 5. Получение интегральной оценки профессиональных рисков с учетом влияния ЧФ.

Наличие итоговой оценки уровня профессиональных рисков с учетом влияния ЧФ позволяет сделать соответствующий выбор необходимых мер и мероприятий для управления или снижения данного уровня на конкретном рабочем месте.

Таким образом, разработанная АСУПРЧФ позволяет в автоматизированном режиме, в за-

висимости от специфики производства и рабочего места, обрабатывать экспертные оценки с учетом важности факторов, рассчитывать методом математического моделирования оценку профессиональных рисков с учетом влияния ЧФ, а также снижать профессиональных рисков для повышения эффективности производства и безопасности сотрудников и с целью предотвращения возможных чрезвычайных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТК РФ Статья 218. Профессиональные риски // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/529c419d42c16421163c6da4dff2c8da9c9241b1/ (дата обращения: 16.08.2022).
2. Мельникова Д.А., Кривова М.А., Яговкин Г.Н. Основные принципы создания информационных систем управления профессиональными рисками // Потенциал современной науки. 2015. № 3. С. 20–24.
3. Brocal F, González C., Sebastián M.A. Technique to identify and characterize new and emerging risks: A new tool for application in manufacturing processes // Safety Science. 2018. No. 109. P. 144–156.
4. Kwegyir-Afful, E., Lindholm, M., Tilabi, S., Tajudeen S., Kantola J. Optimizing Occupational Safety Through 3-D Simulation and Immersive Virtual Reality // Advances in Human Factors and Simulation. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019 Vol. 958 P. 97–107.
5. Нассер С.С. Архитектура автоматизированной системы оценки профессиональных рисков // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. 2015. № 4. С. 43–48.
6. Богуш М.И., Гордиенко Л.В., Дмитриева И.А., Скачкова Е.С. Обзор структуры автоматизированной системы оценки профессиональных рисков с учетом влияния человеческого фактора // Фундаментальные исследования. 2017. № 1. С. 15–20; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41309> (дата обращения: 10.06.2022).
7. Ковальковская Н.О., Кулешов В.В., Сердюк В.С., Бакико Е.В. Шкалирование параметров влияния человеческого фактора на уровень профессионального риска на объектах машиностроения // Омский научный вестник. 2020. № 6 (174).

8. Международные технологические системы Engica Engica Q4 Safety brochure - Permit to Work - ISSOW 13:36:35 UTC. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.slideshare.net/engica/engica-q4-safety-brochure-permit-to> (дата обращения: 24.08.2022).

9. IHS Environmental Performance Solution (Решение IHS по контролю воздействия на окружающую среду). // iHs [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ihs.com/ru/ru/products/ehs-sustainability/environmental-performance/index.aspx> (дата обращения: 24.08.2022).

10. Визитек: ИСОБР Интегрированная система обеспечения безопасности работ // TAdviser.ru [Электронный ресурс]. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Визитек:ИСОБР_Интегрированная_система_обеспечения_безопасности_работ (дата обращения: 31.08.2022).

11. Риск Проф [Электронный ресурс]. URL: <https://riskprof.ru/> (дата обращения: 31.08.2022).

12. Риск-Эксперт [Электронный ресурс]. URL: <https://riskexpert.pro> (дата обращения: 16.08.2022).

13. 1С: Производственная безопасность. Охрана труда - Возможности продукта [Электронный ресурс]. URL: https://solutions.1c.ru/catalog/ehs_occsaf/features (дата обращения: 17.08.2022).

14. Профессиональные риски: как самостоятельно и быстро провести оценку с использованием автоматизации процессов [Электронный ресурс]. URL: https://omsk.1cbit.ru/blog/professionalnye-riski-kak-samostoyatelno-i-bystro-provesti-otsenku/?ELEMENT_CODE=professionalnye-riski-kak-samostoyatelno-i-bystro-provesti-otsenku (дата обращения: 16.08.2022).

15. Зонова Н.О., Сердюк В.С., Фомин А.И. Разработка цифрового инструмента для автоматизации процессов оценки профессиональных рисков с учетом влияния человеческого фактора // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2022. № 2. С. 45–59.

16. Горяга В., Сердюк В.С., Добренко А.М., Цорина О.А. Математические модели производственных рисков и систем защиты: монография // Минобрнауки России. ОмГТУ. Омск, 2014. 104 с.

17. Бакико Е.В., Сердюк В.С., Цорина О.А., Добренко А.М., Фомин А.И. Математическое моделирование профессионального риска с учетом влияния человеческого фактора // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2021. № 3. С. 29–38.

18. Базовые механизмы [Электронный ресурс]. URL: <https://v8.1c.ru/platforma/bazovye-mehanizmy/> (дата обращения: 31.01.2022).

19. Ворошилов Я.С. Научное обоснование и разработка технических решений для контроля пылевой обстановки горных выработок угольных шахт с учетом человеческого фактора: дис. ... д-ра техн. наук / Ворошилов Ярослав Сергеевич. Кемерово, 2020. 308 с.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2023.46.61.013

UDC 331.45

© N.O. Zonova, 2023

N.O. ZONOVA

Postgraduate Student

Omsk State Technical University, Omsk

e-mail: kownad2009.92@mail.ru

AUTOMATION OF THE PROFESSIONAL RISK MANAGEMENT PROCESS TAKING INTO ACCOUNT THE INFLUENCE OF THE HUMAN FACTOR

It should be noted that currently there are no universal methods for assessing occupational risks, so this procedure is a time-consuming process of information processing. It should be noted that this is also

due to the fact that today there is no single methodology for assessing and managing professional risks. Consequently, based on the results of the review, it can be concluded that automated occupational risk assessment systems are relevant and in-demand software products that simplify and automate the work of occupational safety specialists.

In the analyzed automated systems for assessing occupational risks, no attention is paid to taking the influence of the human factor, therefore, the authors proposed an improved automated information system for assessing occupational risk taking into account the influence of the human factor. The formalization of the human factor within the framework of its influence on the assessment of occupational risk is possible either using probabilistic methods or using qualitative approaches, which undoubtedly introduces additional difficulties in the perception and understanding of the essence of occupational risk. The created automated system for constructing a mathematical model of professional risks, based on the processing of expert opinions and the formation of a comprehensive assessment, allows us to quantify the human factor.

Keywords: AUTOMATION, OCCUPATIONAL RISK, HUMAN FACTOR, MATHEMATICAL MODELING, AUTOMATED SYSTEM.

REFERENCES

1. The Labor Code of the Russian Federation Article 218. Professional risks // ConsultantPlus [Electronic resource]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/529c419d42c16421163c6da4dff2c8da9c9241b1/ (accessed: 08.06.2022). [In Russ.].
2. Melnikova D.A., Krivova M.A., Yagovkin G.N. Basic principles of creating information systems for managing professional risks // Potential of modern science. 2015. No. 3. P. 20–24. [In Russ.].
3. Brocal F, González C., Sebastián M.A. Technique to identify and characterize new and emerging risks: A new tool for application in manufacturing processes // Safety Science. 2018. No. 109. P. 144–156.
4. Kwegyir-Afful, E., Lindholm, M., Tilabi, S., Tajudeen S., Kantola J. Optimizing Occupational Safety Through 3-D Simulation and Immersive Virtual Reality // Advances in Human Factors and Simulation. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019 Vol. 958 P. 97–107.
5. Nasser S.S. Architecture of an automated system for assessing professional risks // Izvestiya SPbGETU LETI. 2015. No. 4. P. 43–48. [In Russ.].
6. Bogush M.I., Gordienko L.V., Dmitrieva I.A., Skachkova E.S. Review of the structure of an automated system for assessing occupational risks taking into account the influence of the human factor // Fundamental Research. 2017. No. 1. P. 15–20; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41309> (accessed: 10.06.2022). [In Russ.].
7. Kovalkovskaya N.O., Kuleshov V.V., Serdyuk V.S., Bakiko E.V. Scaling of the parameters of the influence of the human factor on the level of professional risk at engineering facilities // Omsk Scientific Bulletin [Omskiy nauchnyy vestnik]. 2020. No. 6 (174). P. 15–21. [In Russ.].
8. International Technological Systems Engica Engica Q4 Safety brochure - Permit to Work - ISSOW 13:36:35 UTC. [Electronic resource]. URL: <https://www.slideshare.net/engica/engica-q4-safety-brochure-permit-to> (accessed: 08.06.2022).
9. IHS Environmental Performance Solution (IHS Environmental Impact Control Solution) // IHS [Electronic resource]. URL: <http://www.ihs.com/ru/ru/products/ehs-sustainability/environmental-performance/index.aspx> (date of application: 08.06.2022).
10. Business card: ISOBR Integrated Work Safety System // TAdviser.ru [Electronic resource]. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Product:Business card: _isobr_integrated system_insecurity_work](https://www.tadviser.ru/index.php/Product:Business%20card:_isobr_integrated_system_insecurity_work) (date of reference: 31.08.2022). [In Russ.].
11. Risk Prof [Electronic resource]. URL: <https://riskprof.ru/> (date of reference: 31.08.2022). [In Russ.].
12. Risk Expert [Electronic resource]. URL: <https://riskexpert.pro> (accessed: 08.06.2022). [In Russ.].

13. 1С: Industrial safety. Labor Protection URL: <https://riskexpert.pro> (accessed: 08.06.2022). [In Russ.].

14. Professional risks: how to independently and quickly conduct an assessment using process automation [Electronic resource]. URL: https://omsk.1cbit.ru/blog/professionalnye-riski-kak-samostoyatelno-i-bystro-provesti-otsenku/?ELEMENT_CODE=professionalnye-riski-kak-samostoyatelno-i-bystro-provesti-otsenku (accessed: 08.06.2022). [In Russ.].

15. Zonova N.O., Serdyuk V.S, Fomin A.I. Development of a digital tool for automation of professional risk assessment processes taking into account the influence of the human factor // Bulletin of Safety in Mining Industry Scientific Center [Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoi promyshlennosti]. 2022. No. 2. P. 45–59. [In Russ.].

16. Goryaga V., Serdyuk V.S., Dobrenko A.M., Tsorina O.A. Mathematical models of industrial risks and protection systems: monograph // Ministry of Education and Science of Russia. OmSTU. Omsk, 2014. P. 104. [In Russ.].

17. Bakiko E.V., Serdyuk V.S., Corina O.A., Dobrenko A.M., Fomin A.I. Mathematical modeling of occupational risk taking into account the influence of the human factor // Bulletin of Safety in Mining Industry Scientific Center [Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoi promyshlennosti]. 2021. №. 3. P. 29–38. [In Russ.].

18. Basic mechanisms [Electronic resource]. URL: <https://v8.1c.ru/platforma/bazovye-mehanizmy/> (accessed: 31.01.2022). [In Russ.].

19. Voroshilov Ya.S. Scientific substantiation and development of technical solutions for controlling the dust situation of coal mine workings taking into account the human factor: dis. ... doctor of technical sciences / Voroshilov Yaroslav Sergeevich. Kemerovo, 2020. 308 p. [In Russ.].