



III ОХРАНА ТРУДА

DOI: 10.25558/VOSTNII.2023.64.56.008

УДК 331.45

© Е. В. Бакико, Н. О. Зонова, В. В. Кулешов, В. С. Сердюк, А. И. Фомин, 2023

Е. В. БАКИКО

старший преподаватель
ОМГТУ, г. Омск
e-mail: bakiko@mail.ru



Н. О. ЗОНОВА

аспирант
ОМГТУ, г. Омск
e-mail: kownad2009.92@mail.ru



В. В. КУЛЕШОВ

аспирант
ОМГТУ, г. Омск
e-mail: vmvvk@mail.ru



В. С. СЕРДЮК

д-р техн. наук, проф.
ОМГТУ, г. Омск
e-mail: vitalyserdyuk@yandex.ru



А. И. ФОМИН

д-р техн. наук,
ведущий научный сотрудник
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: fomin-ai@kuzbasscot.ru



ВЛИЯНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА НА УПРАВЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ С УЧЕТОМ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА

В данной работе охарактеризованы условия формирования человеческого фактора, математически описаны и сгруппированы как базовые факторы, факторы управления производственной средой и факторы управления компетентностью работников. Выполнен сравнительный

анализ интегральной факторной модели профессиональной компетентности специалистов в области охраны труда и модели человеческого фактора.

Предложено применение математической модели при непосредственном участии компетентных специалистов в области охраны труда для определения профессиональных рисков с учетом состояния человеческого фактора. Интегрирована оценка состояния человеческого фактора в карту уровней рисков.

Выявлена математическая зависимость влияния состояния человеческого фактора на профессиональные риски с использованием интегрального критерия. Классифицировано влияние профессиональной компетентности специалистов в области охраны труда на состояние человеческого фактора.

Представлена трёхмерная модель «куба профессионального риска», которая с учетом человеческого фактора дает более объективные сведения о существующем уровне профессионального риска на предприятии.

Исследования показали, что в условиях декларирования высшим руководством приоритета безопасности на предприятии, повышая профессиональную компетентность специалистов в области охраны труда, можно снижать негативное влияния человеческого фактора на профессиональные риски.

Ключевые слова: ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ КОМПЕТЕННОСТЬ, СПЕЦИАЛИСТ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РИСК, ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР, КУБ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА

Автоматизация и цифровизация производственных процессов приводят к повышению надежности системы человек — техническая система — производственная среда. Однако значения проблем негативного влияния на нее самого человека становится более значимой [1]. При уменьшении доли технических рисков наблюдается частичное их перераспределение в сторону профессиональных рисков (ПР) [2, 3]. Данные проблемы предлагается решать с помощью повышения компетентных действий персонала, т.е. снижения влияния человеческого фактора (ЧФ) на негативные последствия событий, возникающих на производстве [4].

Отметим, что решение задач стратегического управления ПР возлагается на специалистов в области охраны труда (СОТ) в соответствии с требованиями профессионального стандарта. Данные специалисты должны иметь квалификационный уровень и профессиональную компетентность, позволяющие владеть необходимыми инструментами для решения задач в области управления ПР с учетом влияния ЧФ. Следовательно, проблема выявления, учета и управления ЧФ с целью снижения ПР, решаемая на основе профессиональной компетентности СОТ, является актуальной.

Процесс обеспечения снижения негативного влияния ЧФ на эффективность управления и организации охраны труда на предприятии невозможен без оценки, прогноза влияния и контроля над ним. Необходимо провести исследование в области управления влиянием ЧФ на ПР в системе человек — техническая система — производственная среда при непосредственном участии в данном процессе компетентных СОТ. Это позволит обеспечить научно обоснованное управление ПР с учетом влияния на них ЧФ.

Авторы в работе опирались на понятие ЧФ, предложенное Я. С. Ворошиловым [5], как изменяющаяся во времени и пространстве разность между фактическим уровнем способностей человека и требуемым уровнем. Исследуя условия формирования ЧФ в процессе его развития, авторы получили иллюстрационную концептуальную факторную модель (рис. 1).

Интегрально описать данную модель можно как:

$$HF = \sum F \cdot \omega, \quad (1)$$

где HF — численное выражение ЧФ; F — численные значения факторов формирования ЧФ в процессе жизнедеятельности человека;

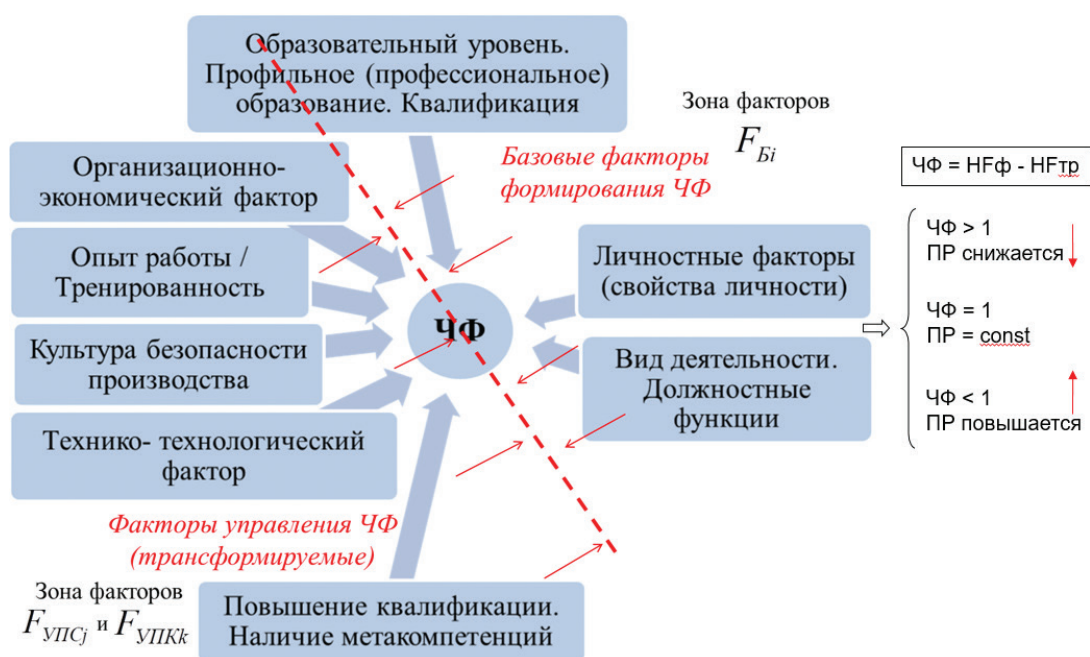


Рис. 1. Условия формирования ЧФ

ω — коэффициенты относительной важности факторов формирования ЧФ, определяемые экспертным путем для оценки влияния каждого фактора на фактическое состояние ЧФ.

При этом в данной работе показаны условия формирования модели ЧФ (табл. 1), в том числе с участием компетентных СОТ в зависимости от уровня их профессиональной компетентности.

Математическое описание факторной модели с учетом совокупностей групп факторов можно представить в виде:

$$HF = \sum_{i=1}^n F_{Bi} \cdot \omega_i + \sum_{j=1}^m F_{УПСj} \cdot \omega_j + \sum_{k=1}^p F_{УПКk} \cdot \omega_k, \quad (2)$$

где F_{Bi} — численные значения i базовых (условно неизменных) факторов формирования ЧФ, приобретенных к началу профессиональной деятельности человека; ω_i — коэффициенты относительной важности i базовых факторов формирования ЧФ, определяемые для оценки влияния каждого фактора на фактическое состояние ЧФ; n — количество базовых факторов формирования ЧФ, необходимых для оценки профессиональной пригодности человека (профотбора); $F_{УПСj}$ — факторы управления производственной средой. Это численные значения j изменяемых

(трансформируемых) факторов производственной среды, определяющих условия труда работников и оказывающих влияние на состояние ЧФ; ω_j — коэффициенты относительной важности $F_{УПСj}$, учитывающие степень влияния j факторов производственной среды на состояние ЧФ; m — количество $F_{УПСj}$ в системе человек – техническая система – производственная среда, необходимых для оценки фактического его состояния; $F_{УПКk}$ — факторы управления профессиональной компетентностью работника. Это численные значения трансформируемых (изменяемых) факторов формирования ЧФ, приобретаемых и развиваемых в процессе трудовой деятельности человека; ω_k — коэффициенты относительной важности $F_{УПКk}$, влияющие на состояние ЧФ; k — количество $F_{УПКk}$, которые способны позитивно и негативно влиять на формирование ЧФ.

Одновременно авторами проводились исследования факторов формирования профессиональной компетентности специалистов в области охраны труда (ПКСОТ). Математическое описание ПКСОТ по сути аналогично факторной модели ЧФ (1). Здесь авторами также предложена n -факторная интегральная модель ПКСОТ (ИПК) [6]:

Таблица 1

Условия формирования модели ЧФ

Факторы формирования ЧФ			Управление изменениями	Влияние ПКСОТ
Тип	Наименование (описание) фактора	Характеристика компонентов факторов		
Базовые, F_B	Личностные факторы (свойства личности)	Характер (темперамент), возраст, физиологические возможности, личностная мотивация	-	-
		Здоровье	-	+1
	Вид деятельности. Должностные функции	Профессиональная специфика деятельности, информированность, полномочия, ответственность	-	-
	Образовательно-квалификационные факторы	Образование и его профиль (направление), базовая квалификация (профессия)	-	-
Разряд (категория), профессиональный корпоративный статус, дополнительное профильное образование (проф. переподготовка)		+	-	
Факторы управления (трансформируемые)	$F_{УПС}$	Организация производства (действия/взаимодействие персонала), безопасность	+	+2
		Технико-технологические факторы		Технологичность производства (технологические операции, технические устройства), удобство, надежность, производительность, трудоемкость и т. д.
	Организационно-экономические факторы	Уровень и адекватность оплаты труда, организация работ	+	-
		Эргономика рабочих мест, режимы труда и отдыха, социально-трудовые отношения		+2
	Культура безопасности производства	Мотивация к безопасному труду, оценка и управление профессиональными рисками, профилактика психосоциальных рисков	+	+2
	$F_{УПК}$	Опыт работы/Тренированность	Опыт работы в должности (профессии), в отрасли, на применяемом оборудовании	+
Обучение, тренинги, тренировки			+	
Повышение квалификации. Наличие дополнительных компетенций		Эффективное и регулярное повышение квалификации/компетентности, регулярная оценка знаний требований охраны труда и безопасного ведения работ, владение надпрофессиональными и метакомпетенциями в смежных областях и т. п.	+	+3

1 – только в части своевременной организации периодических медицинских осмотров, предоставления возможности санаторно-курортного лечения, вакцинации;

2 – в условиях работы без существенных перегрузок СОТ, при поддержке высшего руководства и его приоритета к безопасному труду, наличии необходимого объема финансирования и ресурсов;

3 – в части организации эффективного и регулярного повышения квалификации и компетентности, получения дополнительных компетенций в сфере повышения безопасности труда, проверки знаний по охране труда.

$$ИПК = \sum_{i=1}^n F_i \cdot \omega_i, \quad (3)$$

где F_i — численные значения факторов формирования ПКСОТ. В общем случае, это 5-ти факторная модель (без предъявления особых требований к ПКСОТ со стороны работодателя её можно считать универсальной [5]) $n = 5$; ω_i — коэффициенты относительной важности, определяющие значимость фактора формирования ПКСОТ в общей интегральной модели ПКСОТ для определенной организации (устанавливаются экспертной оценкой в зависимости от потребностей (требований) организации).

Исследования состояния ПКСОТ проводились сотрудниками Омского государственного технического университета (ОмГТУ) на протяжении более 20 лет [7]. В результате были выявлены основные факторы, влияющие на формирование ПКСОТ. Это базовое образование (F_1), опыт работы (F_2), повышение квалификации (компетентности) (F_3), дополнительные компетенции (метакомпетенции) (F_4) и личностные факторы (F_5).

ИПК также как HF (2) имеет ряд факторов, которые являются базовыми $F_B = F_1 \wedge F_5$; управляемыми производственной средой $F_{УПС} = F_2$ и факторами управления ПКСОТ $F_{УПК} = F_3 \wedge F_4$. Таким образом, можно сделать вывод, что изменять (трансформировать) негативное влияние ЧФ, так же как негативное влияние низкого уровня ПКСОТ на ПР возможно, используя факторы управления состоянием ЧФ.

Исследования авторов, посвященные изучению влияния ЧФ на ПР, методом математического моделирования показали негативное влияние ЧФ, определяемое в работе [7] вероятностью $P(S_{hf}/(S_f \cdot S_w))$ на ПР, обозначенный в работе [7] вероятностью $P(S_f \cdot S_w \cdot S_{hf})$. Показано изменение

условной вероятности негативных последствий нахождения рабочих мест в зоне воздействия факторов производственных рисков при условии их возникновения с учетом состояния ЧФ. Здесь оценка вероятности негативных последствий воздействия i -го фактора риска на j -м рабочем месте с учетом состояния ЧФ описывается матрицей – картой уровней рисков для заданного технологического процесса, который обслуживают n рабочих мест, при условии воздействия m факторов риска на временном промежутке T [7]. Ее элементы определяются:

$$P_{ij} = P_i \cdot q_{ij} \cdot r_{ij}, \quad (4)$$

где P_i — вероятность возникновения фактора риска; q_{ij} — вероятность попадания рабочих мест в зону возникновения фактора риска; r_{ij} — вероятность негативного состояния ЧФ, определяемая на основе подхода Я. С. Ворошилова [5]. Минимизировав в технологическом процессе вероятности возникновения фактора риска и попадания в зону его воздействия работника (человека), становится очевидным, что тогда ПР зависит от состояния ЧФ, которым можно управлять, в том числе с помощью ПКСОТ (ИПК) (рис. 2).

Поскольку модель основана на методологическом подходе оценки влияния ЧФ на ПР с применением математического моделирования, то она универсальна при любом способе (методе) оценки фактического и требуемого уровня ЧФ.

Например, авторами был предложен 3-х факторный интегральный критерий ЧФ (ИКЧФ), который можно использовать для оценки ЧФ применительно к исполняющему и участвующему компоненту структурной многокомпонентной модели ЧФ (СММЧФ) [8]. К оценке ЧФ с помощью ИКЧФ других компонент СММЧФ необходимо адаптировать

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & \dots & P_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ P_{m1} & \dots & P_{mn} \end{bmatrix} \begin{array}{l} \text{пусть } p_{ij} = P_i \cdot q_{ij} = const \rightarrow \min \\ P_{ij} = P_i \cdot q_{ij} \cdot r_{ij} \\ \text{тогда } P = \int(r_{ij}) = \int(ИПК) \end{array}$$

$F_{УПКк} = var \iff ИПК$
 $r_{ij} = 1 - \frac{hf_{ij}}{HF_{ij}}$ — фактический уровень ЧФ
 — требуемый уровень ЧФ

Рис. 2. Интеграция оценки ЧФ в карту уровней рисков

его шкалы. ИКЧФ был разработан с учетом исследований Воробьевой [9] в угольной промышленности. Он определяется:

$$ИКЧФ = \sum_{i=1}^3 P_i \cdot \omega_i, \quad (5)$$

где P_i — численные значения 3-х параметров оценки ИКЧФ. P_1 — восприятие информации, P_2 — принятие решений и P_3 — выполнении действий. Они определяют характеристики ЧФ, чтобы сформировать плотную когнитивную петлю, а именно связь уровня знаний с уровнем выполнения верных и безопасных действий [6]; $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ — коэффициенты относительной важности, отражающие степень влияния параметров (восприятия информации, принятия решений и выполнения действий) на безопасность работ соответственно. Они могут быть определены экспертным методом, методом нечетких множеств и другими методами при непосредственном участии компетентного СОТ.

Оценка ЧФ с помощью ИКЧФ покажет уровни параметров человека по 5-ти балльной шкале [8]. Тогда фактическое состояние (уровень) ЧФ (hf) и требуемое HF можно оценить с помощью ИКЧФ, то есть $HF(hf) = ИКЧФ$. Интеграция оценки ЧФ в карту уровней рисков (4) показана на рис. 2.

В этой связи стоит обратить внимание на состояние ПКСОТ в организации. Так как оценка параметров ИКЧФ и их использование в различных областях применения может потребовать от СОТ освоения дополнительных компетенций. Компетентный специалист (менеджер по безопасности) способен интегрировать процедуру оценки ЧФ с помощью ИКЧФ в корпоративный метод (методы) оценки ПР. В этом случае трудоемкость оценки ИКЧФ значительно уменьшается.

Экспериментальная часть исследований влияния ПКСОТ на управление ПР с учетом ЧФ позволила авторам определить математическую зависимость влияния ЧФ на ПР, описанную экспоненциальной функцией (рис. 3). При этом диапазон значений величин ИКЧФ (горизонтальная ось) принят от 1 (высокая степень влияния ЧФ на ПР) до 5 (незначительное негативное влияние ЧФ на ПР) по шкалам оценки его параметров [8].

Анализ значений ИКЧФ, полученных в ходе экспериментов, позволил авторам показать негативное влияние ЧФ $P(S_{hf}/(S_f \cdot S_w))$ на условную вероятность негативных последствий нахождения рабочих мест в зоне воздействия факторов производственных рисков при условии их возникновения с учетом влияния ЧФ $P(S_f \cdot S_w \cdot S_{hf})$ [6]. На рис. 4 в точке (1;0) значения влияния ЧФ характеризуют прогноз максимальных значений вероятности негативного события, т. е. максимальный ПР, а в точке (5;0) прогноз минимальных значений вероятности негативного события, то есть «нулевой» риск.

Аппроксимацией экспериментальных данных методом наименьших квадратов определены эмпирические коэффициенты (a, b) и рассчитана корреляция (Пирсона) между переменными. Полученное влияние ЧФ на ПР описывается следующей функцией:

$$P(S_{hf}/(S_f \cdot S_w)) = 1,8754e^{-0,593x}, \quad (6)$$

где x — численно равен ИКЧФ (при $R^2 = 0,9109$).

Влияние ПКСОТ показано на рис. 3 с использованием обозначений ИПК (3) без учета личностных факторов СОТ. Его классификация и более подробное описание представлены далее. Положительное влияние уровня ПКСОТ на состояние ЧФ и ПР показано вертикальной красной стрелкой справа от графической части рисунка. Таким образом, эксперимент показал связь уровня ПКСОТ с величиной ПР на основе учета влияния на него ЧФ.

Итак, результаты данных исследований позволяют авторам экспертным методом дать классификацию влияния ПКСОТ на ПР с учетом ЧФ и описание ее характеристики (описание базовых факторов и факторов управления (3), без учета личностных факторов F_1, F_2, F_3, F_4), работающих в организациях с различным уровнем ИКЧФ работников (табл. 2). Дополнительно отмечается работа специалистов по ОТ в условиях дефицита времени и перегрузок, которая говорит о недостатке их штатной численности.

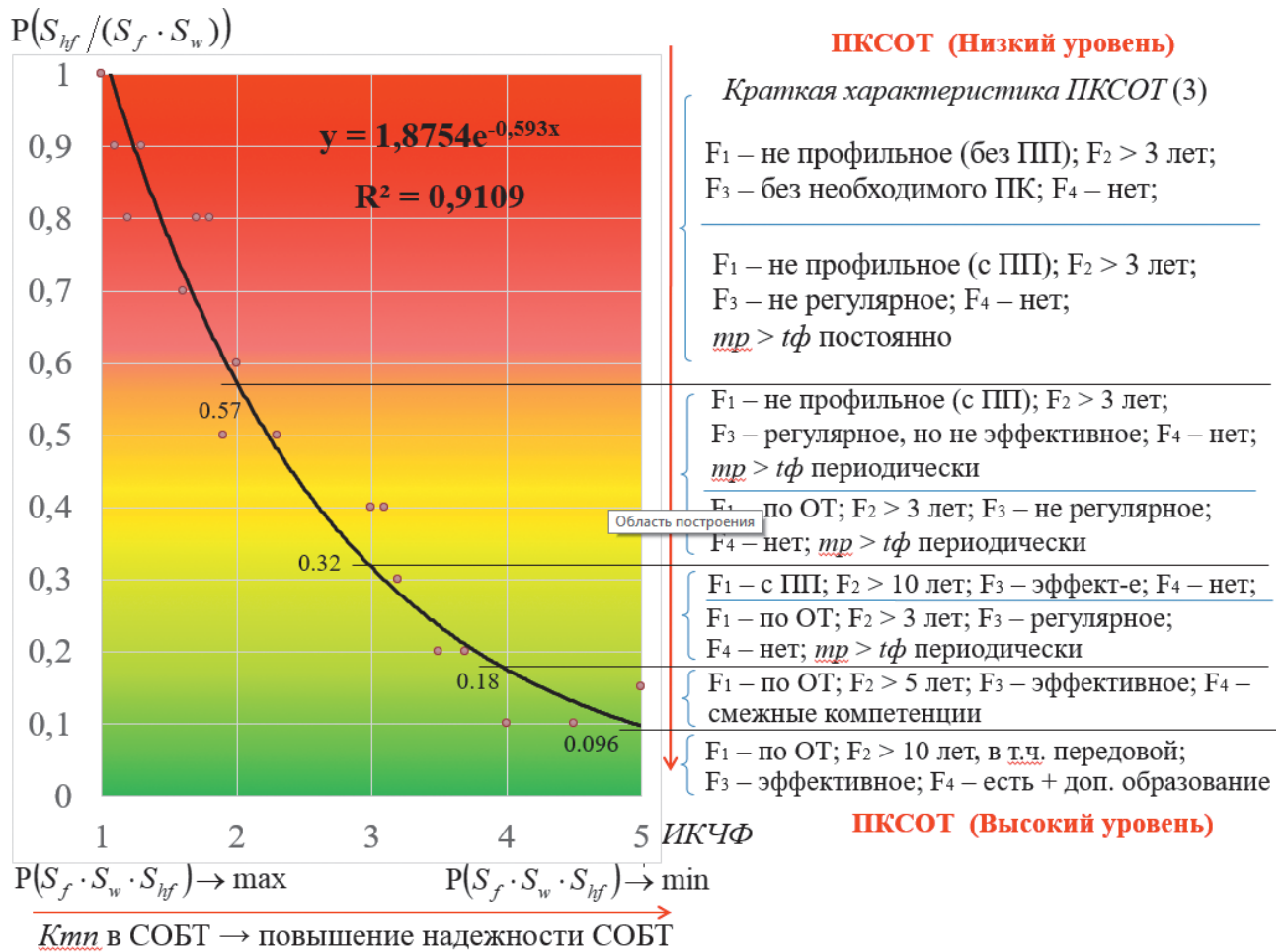


Рис. 3. Влияние ПКСОТ на ПР на основе значений ИКЧФ

При этом необходимо отметить, что оценка проводилась без учета мотивации высшего руководства в снижении влияния ЧФ на уровень ПР; ресурсных возможностей организации, в т.ч. финансовых; численности работников; специфики производства; анализа состояния производственных факторов и др. Описанные факторы были условно приняты за константу для всех анализируемых объектов. Таким образом, связь ПКСОТ с характеристикой влияния ЧФ на ПР оценивалась на основе параметров ИКЧФ (5) [8].

Данный эксперимент проводился при взаимодействии авторов с практикующими СОТ. Он показал, что чем выше уровень ПКСОТ, тем выше заинтересованность в его результатах была у СОТ предприятий. Для СОТ с низким уровнем ПКСОТ прогнозируемые ими трудозатраты для взаимодействия с авторами в подобных исследованиях представляются им нецелесообразными.

Отметим, что полученная авторами зависимость (6) влияния ЧФ на ПР имеет общее сходство с зависимостью риска травмирования персонала от величины надежности системы функционирования системы безопасности труда (СОБТ), представленной в диссертационной работе А. В. Галкина [10].

Традиционно для иллюстрации оценки уровня ПР специалисты используют двухмерную матрицу рисков (рис. 4а). Она основывается на двух параметрах: вероятность возникновения и тяжесть последствий несчастного случая. В данном исследовании авторами рассмотрена трёхмерная модель «куба профессионального риска» с учетом влияния ЧФ, изображенная на рис. 4в в форме куба. Введённое третье измерение учитывает влияние ЧФ. Таким образом, двухмерное (рис. 4а) изображение — это основание (подошва) куба (рис. 4в).

Таблица 2

Классификация влияния ПКСОТ на ПР с учетом ЧФ

Влияние ЧФ на ПР	Характеристика влияния ЧФ на уровень ПР	Характеристика уровней ПКСОТ с опытом работы более 3 лет (F2>3)
$0,57 < R \leq 1$	Ошибки работников, в т. ч. Серьезные, приведут к возникновению опасной ситуации. Вероятно получение тяжело-го вреда здоровью (в т. ч. полной утраты трудоспособности, смер-тельный исход	Наличие в организации: – СОТ без профильного образования, без ПП и без необходимого ПК; – специалиста с ПП, с не регулярным ПК или без ПК, постоянно работающего в условиях де-фицита времени и перегрузок
$0,32 < R \leq 0,57$	Ошибки работников регулярны. Вероятно возникновение опас-ной ситуации и причинения вре-да здоровью средней тяжести, в т. ч. с утратой проф. трудо-способности от 10 до 30 %	Наличие в организации: – СОТ с ПП, с регулярным, но не эффективным ПК, периодически работающего в условиях де-фицита времени; – специалиста с профильным образованием, но без регулярного ПК, постоянно работающего в условиях дефицита времени и перегрузок
$0,17 < R \leq 0,32$	Ошибки работников не регуляр-ны, но могут привести к возник-новению опасной ситуации и долговременной нетрудоспособ-ности, в т. ч. утрате проф. трудо-способности менее 10 %	Наличие в организации: – СОТ с ПП, с регулярным и эффективным ПК, работающего в условиях нормированного рабо-чего дня; – специалиста с профильным образованием, с регулярным ПК, периодически работающего в условиях дефицита времени
$0,096 < R \leq 0,18$	Возникновение опасной ситуа-ции находится под контролем ра-ботников. В случае ее возник-новения возможна временная нетрудоспособность	Наличие в организации специалиста с профиль-ным образованием, с регулярным и эффектив-ным ПК, работающего в условиях нормирован-ного рабочего дня. Наличие дополнительных компетенций не системное
$R \leq 0,096$	Риск возникновения опасных си-туаций мало зависит от ЧФ. Какие-либо повреждения работ-ников маловероятны	Наличие в организации специалиста с профиль-ным образованием, с регулярным и эффективным ПК, с нормированным рабочим днем, овладевш-его на системной основе рядом дополнительных компетенций (доп. образование), в т. ч. по управ-лению человеческими ресурсами и ПР

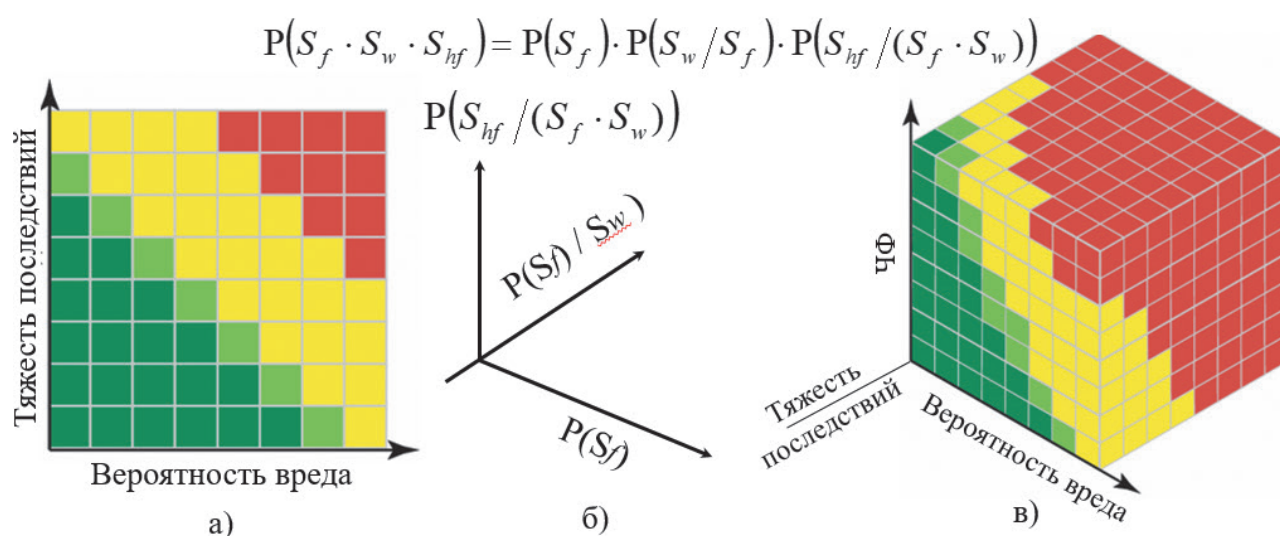


Рис. 4. Визуализация трёхмерной модели «куба профессионального риска» с учётом влияния ЧФ

Данная модель позволяет наглядно получить более объективное представление о величине ПР с учетом влияния на него ЧФ. То есть сокращенное ранее влияние ЧФ на ПР хорошо видно на гранях куба ПР данной модели. В зависимости от поставленной задачи ось ЧФ может отображать, например, ИКЧФ. Можно использовать куб и для моделирования значения вероятности наступления трех негативных событий: вероятность возникновения фактора риска, вероятность попадания работника в зону его воздействия и вероятность негативного состояния ЧФ [6]. Тогда вероятность события $P(S_f \cdot S_w \cdot S_{hf})$ можно изобразить на рис. 4б.

В нашем случае, при моделировании по оси вероятности и тяжести отложены условные константы, равные по значениям. По оси ЧФ отложены значения, полученные в результате расчёта значения ИКЧФ в данной работе. Таким образом, «куб профессионального риска» показывает изменение ПР, которое повышается с учетом результатов оценки влияния на него ЧФ.

Итак, одним из эффективных инструментов управления ЧФ в угольной промышленности авторы видят компетентностный подход [5, 6]. По мнению авторов только компетентный СОТ способен применять современные инструменты, вовлекать сотрудников разных уровней (компонент) в решение вопросов, связанных с повышением эффективности системы управления ПР при условии приоритета безопасности со стороны высшего руководства.

Исследования авторов состояния ПКСОТ в РФ в динамике за последние 20 лет показали непрерывный ее рост. Согласно нормативным

требованиям, СОТ должен иметь высшее профильное образование по ОТ или альтернативное (профессиональная переподготовка по ОТ на базе имеющегося высшего или среднего профессионального образования (ПП)). Однако в зависимости от уровня высшего профессионального образования (бакалавриат, специалитет, магистратура, аспирантура) ему может быть ограничен или доступен карьерный рост в области охраны труда, расширен спектр его должностных обязанностей от обеспечения функционирования системы управления ОТ до решения стратегических задач управления ПР. Для этого часто дополнительно необходим опыт работы и наличие дополнительных компетенций. Также на рост ПКСОТ влияет эффективность и непрерывность повышения квалификации (компетентности) (ПК). Исследования развития сферы ОТ в компаниях, использующих международный опыт, международные инструменты повышения культуры безопасности, основанные на риск-ориентированном подходе, показывают существенную роль в ПКСОТ личностных факторов специалистов. Так, основным из них стоит выделить коммуникативность. Именно она, в сочетании с другими факторами формирования ПКСОТ, позволяет специалисту более эффективно организовать процесс вовлечения персонала в решение вопросов в области ОТ, формирование высокого уровня культуры безопасности, снижение влияния ЧФ на ПР.

Таким образом, исследования показали, что в условиях декларирования высшим руководством приоритета безопасности в компании, повышая ПКСОТ, можно управлять влиянием ЧФ и ПР на предприятиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cacciabue P. C. Human factors impact on risk analysis of complex systems // Journal of Hazardous materials. 2000. Vol. 71(1–3). P. 101–116.
2. Foyle D. C., Hooy B. L. Human performance modeling in aviation // CRC Press, Boca Raton, 2007. P. 4–376.
3. Гершгорин В. С., Петухова Л. П. Человеческий фактор и культура безопасности в производственной деятельности. Новокузнецк: НФИ КемГУ, 2016. 447 с.
4. Skogdalen J. E., Vinnem J. E. Quantitative risk analysis offshore – human and organizational factors // Reliability Engineering & System Safety. 2011. Vol. 96(4). P. 468–479.

5. 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: 05.26.01 / Ворошилов Ярослав Сергеевич. Кемерово, 2020. 308 с.
6. Бакико Е. В., Сердюк В. В., Мелещенко Е. Э., Баширов З. Применение структурной многокомпонентной модели управления влиянием человеческого фактора на профессиональный риск // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2021. № 4. С. 55–66.
7. 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.
8. 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). С. 15–21.
9. Воробьева О. В. Научное обоснование оценки и управления производственными рисками на угледобывающих предприятиях с учетом влияния человеческого фактора: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01 / Воробьева Оксана Владимировна. М., 2008. 137 с.
10. Галкин А. В. Научное обоснование и разработка методологии повышения надежности функционирования системы обеспечения безопасности труда угледобывающего предприятия: дис. ... д-ра техн. наук, спец. 05.26.01 / Галкин Алексей Валерьевич. Кемерово, 2020. 279 с.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2023.64.56.008

UDC 331.45

© E. V. Bakiko, N. O. Zonova, V. V. Kuleshov, V. S. Serdyuk, A. I. Fomin, 2023

E. V. BAKIKO

Senior Lecturer
Omsk State Technical University, Omsk
e-mail: bakiko@mail.ru

V. S. SERDYUK

Doctor of Engineering Sciences,
Professor
Omsk State Technical University, Omsk

N. O. ZONOVA

Postgraduate Student
Omsk State Technical University, Omsk

A. I. FOMIN

Doctor of Engineering Sciences, Professor
Leading Researcher
JSC «NC VostNII», Kemerovo
e-mail: fomin-ai@kuzbasscot.ru

V. V. KULESHOV

Graduate Student
Omsk State Technical University, Omsk

SPECIALISTS' PROFESSIONAL COMPETENCE INFLUENCE IN THE OCCUPATIONAL SAFETY FIELD ON OCCUPATIONAL RISK MANAGEMENT TAKING INTO ACCOUNT THE HUMAN FACTOR

This paper shows the influence of specialists' professional competence in the occupational safety field on occupational risk management, taking into account the human factor. The human factor formation conditions are described. They are characterized, mathematically described and grouped as basic factors, production environment managing factors and employees' competence managing factors. The comparative analysis of specialists' professional competence integral factor model in the occupational safety field and the human factor model is carried out.

The mathematical model application with the direct participation of competent specialists in the occupational safety field is proposed to determine occupational risks taking into account the human factor state. The human factor state assessment is integrated into the risk level map.

The mathematical dependence of the human factor state influence on occupational risks using the integral criterion is revealed. The specialists' professional competence influence in the occupational safety field on the human factor state is classified.

The three-dimensional model of the «Occupational Risk Cube» is presented, that, taking into account the human factor, provides more objective information about the existing occupational risk level at the enterprise.

Studies have shown that it is possible to reduce the human factor negative impact on occupational risks in the conditions of the safety priority declaration by the top management at the enterprise, by increasing the specialists' professional competence in the occupational safety field.

Keywords: PROFESSIONAL COMPETENCE, LABOR PROTECTION SPECIALIST, PROFESSIONAL RISK, HUMAN FACTOR, OCCUPATIONAL RISK CUBE.

REFERENCES

1. Cacciabue P. C. Human factors impact on risk analysis of complex systems // Journal of Hazardous materials. 2000. Vol. 71 (1–3). P. 101–116.
2. Foyle D. C., Hooey B. L. Human performance modeling in aviation // CRC Press, Boca Raton, 2007. P. 4–376.
3. Gershgorin V. S., Petuhova L. P. Human factor and safety culture in production activities. Novokuznetsk: NFI KemSU, 2016. 447 p. [In Russ.].
4. Skogdalen J. E., Vinnem J. E. Quantitative risk analysis offshore – human and organizational factors // Reliability Engineering & System Safety. 2011. Vol. 96 (4). P. 468–479.
5. 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: 05.26.01 / Voroshilov Yaroslav Sergeevich. — Kemerovo, 2020. 308 p. [In Russ.].
6. Bakiko E. V., Serdyuk V. S., Meleshchenko E. E., Bashirov Z. Application of a structural multicomponent model for managing the influence of the human factor on occupational risk // Bulletin of Safety in Mining Industry Scientific Center [Vestnik Nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoi promyshlennosti]. 2021. No. 4. P. 55–66. [In Russ.].
7. Bakiko E. V., Serdyuk V. S., Zorina 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. No. 3. P. 29–38. [In Russ.].
8. 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.].
9. Vorobyeva O. V. Scientific substantiation of the assessment and management of production risks at coal mining enterprises, taking into account the influence of the human factor: author. dis. ... cand. tech. sciences: 05.26.01 // Vorobyeva Oksana Vladimirovna. — M., 2009. 21 p. [In Russ.].
10. Galkin A. V. Scientific substantiation and development of a methodology for improving the reliability of the functioning of the safety system of a coal mining enterprise: dis. ... doctor of tech. sciences: 05.26.01 // Galkin Alexey Valerievich. — Kemerovo, 2020. 279 p. [In Russ.].