

## ОЦЕНКА ДОПУСТИМОГО РИСКА ТРАВМИРОВАНИЯ ЛИЧНОГО СОСТАВА ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МЧС РОССИИ

<sup>1</sup> Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России (Россия, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12);

<sup>2</sup> Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2)

*Актуальность* обусловлена необходимостью совершенствования системы управления охраной труда (СУОТ), регулярной ее корректировки на основе постоянного анализа опасностей и текущих рисков.

*Цель* – разработка подходов к определению допустимого уровня рисков личного состава Федеральной противопожарной службы (ФПС) МЧС России при выполнении служебной деятельности.

*Методология.* Проведен анализ случаев травматизма личного состава ФПС МЧС России при выполнении служебных обязанностей. Рассчитан относительный показатель частоты травматизма личного состава ФПС МЧС России, соответствующий легкому ущербу по числу дней временной утраты трудоспособности (ВУТ) не более 3, среднему – число дней от 4 до 30 и тяжелому – число дней более 30, наступления инвалидности или смерти. Исследована зависимость уровня травматизма личного состава ФПС МЧС России от сложности пожара, в частности, от количества техники, используемой при тушении.

*Результаты и их анализ.* Для личного состава ФПС МЧС России при выполнении служебных обязанностей выделили два уровня допустимого риска травматизма: предельно допустимый и приемлемый –  $(4,4 \pm 0,3) \cdot 10^{-4}$  и  $(5 \pm 1) \cdot 10^{-5}$  травм/человек · год. Значения допустимых рисков травматизма личного состава, скорректированные с учетом сложности пожаров, в тушении которых участвуют подразделения, предлагается использовать для оценки результативности охраны труда в подразделениях пожарной охраны. Рассмотрены варианты принятия решений в рамках СУОТ в зависимости от фактического уровня травматизма личного состава при выполнении служебных обязанностей.

*Заключение.* В основе предложенной модели оценки результативности СУОТ лежит планирование мероприятий охраны труда в зависимости от степени выполнения процедур СУОТ и величины риска травматизма личного состава ФПС МЧС России при выполнении служебной деятельности.

**Ключевые слова:** чрезвычайная ситуация, травматизм, травма, пожарный, противопожарная служба, МЧС России, риск, охрана труда.

### Введение

Профессиональная деятельность работников, осуществляющаяся в экстремальных условиях труда, определяет вероятность возникновения перенапряжения функциональных резервов организма, появления нарушений состояния здоровья, травм или даже смерти [3, 4]. Например, среднегодовой уровень производственного травматизма сотрудников,

имеющих специальные воинские звания, Государственной противопожарной службы (ГПС) России за 20 лет (1996–2015 гг.) составил  $(3,795 \pm 0,390)\%$ , оперативного состава за 1999–2015 гг. –  $(5,295 \pm 0,644)\%$ . У работников России уровень производственного травматизма в указанные периоды был  $(3,410 \pm 0,351)$  и  $(3,000 \pm 0,318)\%$  соответственно, что статистически достоверно меньше, чем у опе-

✉ Кондашов Андрей Александрович – канд. физ.-математ. наук, вед. науч. сотр. отд. 1.3, Всерос. ордена «Знак Почета» науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны МЧС России (Россия, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12), e-mail: akond2008@mail.ru;

Удавцова Елена Юрьевна – канд. техн. наук, ст. науч. сотр. отд. 1.3, Всерос. ордена «Знак Почета» науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны МЧС России (Россия, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12), e-mail: otdel\_1\_3@mail.ru;

Маштаков Владислав Александрович – зам. нач. отд., Всерос. ордена «Знак Почета» науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны МЧС России (Россия, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12), e-mail: otdel\_1\_3@mail.ru;

Бобринев Евгений Васильевич – канд. биол. наук, вед. науч. сотр. отд. 1.3, Всерос. ордена «Знак Почета» науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны МЧС России (Россия, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12), e-mail: otdel\_1\_3@mail.ru;

Ветошкин Александр Александрович – канд. мед. наук доц., врач-травматолог-ортопед отд. травматологии и ортопедии, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), ORCID 0000–0003–3258–2220, e-mail: totoalex5@gmail.com;

Шавырина Татьяна Александровна – канд. техн. наук, вед. науч. сотр. отд. 1.3, Всерос. ордена «Знак Почета» науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны МЧС России (Россия, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12), e-mail: shavyrina@mail.ru

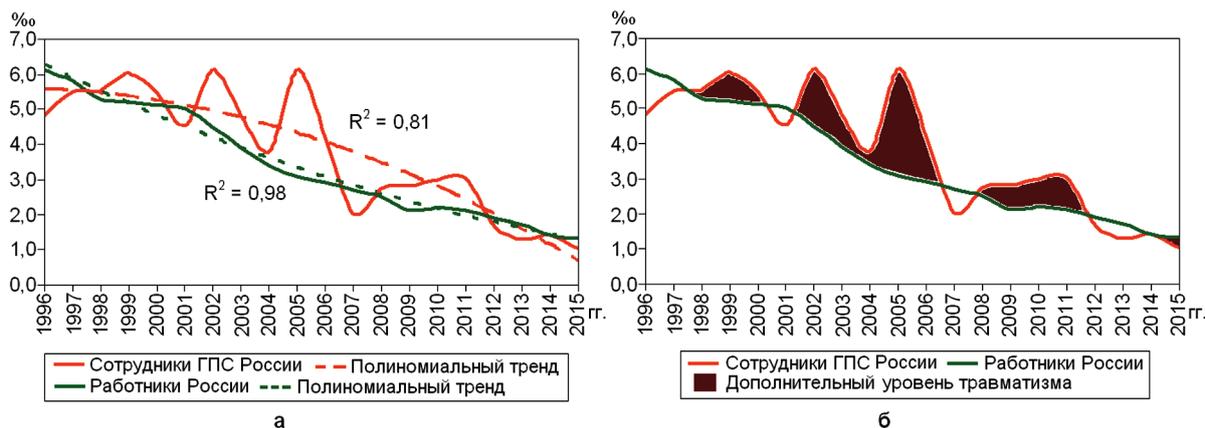


Рис. 1. Уровень производственного травматизма сотрудников ГПС России и работающих России (а) и дополнительный уровень травматизма сотрудников ГПС России (б) [1].

ративного персонала ( $p < 0,05$ ) [1]. При высоких коэффициентах детерминации полиномиальные тренды уровня профессионального травматизма сотрудников ГПС России и работающих России показывают уменьшение данных (рис. 1). Установлена положительная статистически значимая взаимосвязь количества травм и выездов с боевой работой ( $r = 0,51$ ;  $p < 0,05$ ), количества травм и уровня травматизма сотрудников ГПС России со сложностью выполнения задач пожаротушения по количеству применения средств индивидуальной защиты органов дыхания ( $r = 0,53$  и  $r = 0,46$  соответственно при  $p < 0,05$ ).

Уровень смертности сотрудников ГПС России в 1996–2015 гг. от производственных травм был  $(0,125 \pm 0,011)\%$ , оперативного персонала ГПС России –  $(0,149 \pm 0,014)\%$ . У работников России уровень гибели оказался статистически достоверно меньше –  $(0,116 \pm 0,007)\%$  по сравнению с уровнем гибели оперативного персонала ( $p < 0,05$ ) [1]. Отмечается уменьшение уровня гибели

от производственных травм в ГПС России и работающих лиц России (рис. 2). Забегая вперед, укажем, что далее в статье будет проанализирован травматизм всего личного состава Федеральной противопожарной службы (ФПС) МЧС России – сотрудников, имеющих специальные воинские звания, и работников – лиц гражданского персонала, которые также проводят противопожарные мероприятия.

Система управления охраной труда (СУОТ) непрерывно совершенствуется. Ряд исследователей предлагают аналитический подход, основанный на постоянном анализе опасностей и текущих рисков, регулярной корректировке СУОТ в зависимости от снижения или увеличению оценки риска [16–20]. В результате возникло новое направление в охране труда – риск-ориентированный подход, подразумевающий принятие решений и выполнение мероприятий по охране труда в зависимости от величины риска [6, 11–15].

Риск – мера вероятности возникновения опасного события или явления – измеряет

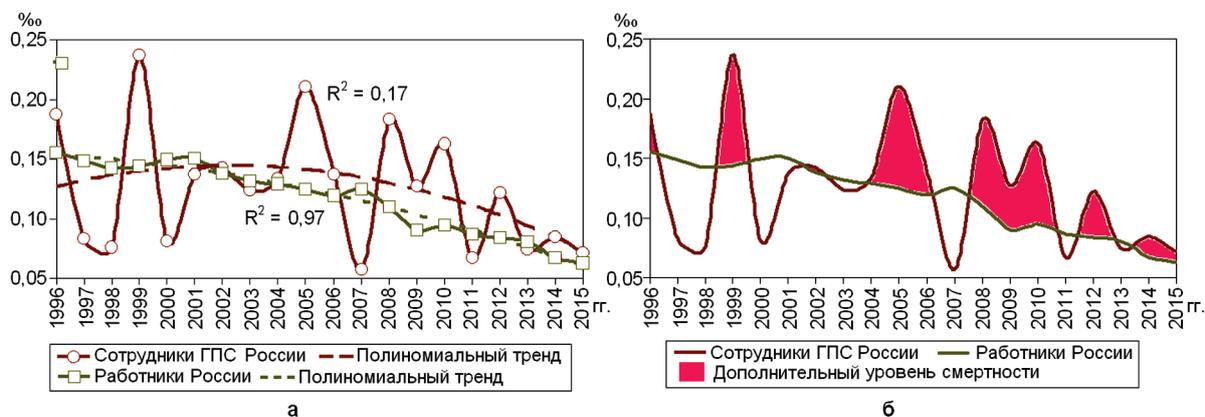


Рис. 2. Уровень гибели от производственных травм сотрудников ГПС России и работающих России (а) и дополнительный уровень производственной смертности сотрудников ГПС России (б) [1].

возможность реализации конкретной опасности или ее последствий в соответствующих единицах. Риск присутствует в любой деятельности человека. Он может относиться к здоровью и безопасности (учитывая, например, как немедленные, так и долгосрочные последствия для здоровья пожарного от воздействия токсичных химических продуктов горения). В практической деятельности различают:

- допустимый риск (risk tolerance) – риск, уровень которого связан с законодательными и социально-экономическими требованиями. Допустимый риск подразделяется на повышенный, условно приемлемый и приемлемый;
- риск условно приемлемый (conditionally acceptable risk) – риск, уровень которого разумно оправдан с социальной, экономической и экологической точек зрения, но рекомендуются меры по его дальнейшему снижению и контролю;
- риск приемлемый (acceptable risk) – риск, уровень которого, безусловно, оправдан с социальной, экономической и экологической точек зрения или пренебрежительно мал.

Следует отметить, что повышенный профессиональный риск получения травм пожарными является оправданным, так как, наряду с увеличением данного риска, растет и число спасенных на пожаре людей [10]. На величину риска получения травм влияют:

- сложность пожара;
- наличие опасных и вредных производственных факторов объекта защиты, на котором возник пожар;
- наличие предусмотренных мер безопасности в зависимости от опасных и вредных производственных факторов и факторов пожара;
- четкость выполнения процедур, предусмотренных мерами безопасности.

**Цель** – разработка подходов к определению допустимого уровня рисков личного состава ФПС МЧС России при выполнении служебной деятельности.

### Материал и методы

В статье рассматривается модель, в основе которой находится планирование мероприятий СУОТ в зависимости от величины риска травмирования личного состава (сотрудников + работников) ФПС МЧС России при выполнении служебной деятельности.

В качестве результирующего показателя предлагаемой модели рассматриваются риски повреждения здоровья у личного состава

ФПС МЧС России, обусловленные факторами воздействия [7, 8]. Для оценки риска травматизма личного состава использовали относительный показатель частоты травматизма:

$$R_{\text{травм}} = \frac{N_{\text{травм}}}{T N_{\text{лс}}}, \quad (1)$$

где T – временной интервал, лет;

$N_{\text{травм}}$  – количество травмированных за период T, человек;

$N_{\text{лс}}$  – средняя численность личного состава за период T, человек.

Однако к настоящему времени ещё не разработан достаточно репрезентативный научный материал для определения количественных критериев допустимого риска у личного состава ФПС МЧС России (при которых риски повреждения здоровья существуют, являются значительными, но допуск к работе возможен при строгом соблюдении установленных регламентов работы и использования специальных мер безопасности).

В соответствии с ГОСТом Р 12.0.010–2009 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда», определение опасностей и оценка рисков, ущерб от несчастных случаев классифицируются по их тяжести. Ущерб считается легким, если пострадавшему не требуется оказания медицинской помощи, при этом длительность отсутствия на работе не превышает 3 дней. Ущерб классифицируется как средних, когда пострадавшего доставляют в организацию здравоохранения или требуется ее посещение, при этом длительность временной утраты трудоспособности (ВУТ) не превышает 30 дней и может развиваться хроническое заболевание. В случае, когда несчастный случай вызывает серьезное (неизлечимое) повреждение здоровья, требующее лечения в стационаре, ущерб считается тяжелым. При этом пострадавший отсутствует на работе более 30 дней, может произойти стойкая утрата трудоспособности или смерть.

Использовали банк статистических данных по заболеваемости, травматизму, инвалидности и гибели личного состава подразделений ФПС МЧС России при выполнении служебных обязанностей [9]. Проанализировали случаи травматизма личного состава при выполнении служебных обязанностей за период 2013–2015 гг. За рассматриваемый период было выявлено 30 случаев травматизма, ущерб для здоровья от которых можно классифицировать как легкий. В 231 случае травматизма был причинен средний ущерб

здоровью. Тяжелый ущерб здоровью зарегистрирован в 308 случаях.

Статистическую обработку результатов провели при помощи программы Microsoft Excel. В тексте представлены средние арифметические величины и их стандартные ошибки ( $M \pm m$ ).

### Результаты и их анализ

На основании статистических данных [15], были рассчитаны относительные показатели частоты травматизма личного состава ФПС МЧС России при выполнении служебных обязанностей (табл. 1). В целом, относительный показатель частоты травматизма личного состава ФПС МЧС России в 2013–2015 гг. при выполнении служебных обязанностей составляет:  $R_{\text{травм}} = R_1 + R_2 + R_3 = (9,5 \pm 0,4) \cdot 10^{-4}$  травм/человек · год (см. табл. 1).

В международной и отечественной практике по изучению производственного травматизма используется понятие «пирамида несчастных случаев», когда на 1 случай травм с тяжелым ущербом приходится около 10 случаев травм со средним ущербом и 100 случаев травм с легким ущербом [2, 5, 12].

В случаях травматизма личного состава при выполнении служебных обязанностей наблюдается обратная ситуация. На 1 случай травм с легким ущербом в среднем приходится 8 случаев травм со средним ущербом и 10 случаев травм с тяжелым ущербом.

Низкие значения относительного показателя частоты травматизма личного состава при выполнении служебных обязанностей, рассчитанные для легкого ущерба, по нашему мнению, обусловлены двумя факторами:

- пожарные стараются получить листок нетрудоспособности при травмах средней тяжести, и поэтому легкий травматизм фактически не фиксируется;
- безопасность личного состава при тушении пожаров и ликвидации чрезвычайных ситуаций обеспечивается надежными, эффективными и удобными в работе средствами индивидуальной защиты, которые предохраняют их от травм легкой тяжести.

Основной профессиональной деятельностью личного состава является спасение пострадавших и оказавшихся в опасности людей, при этом пожарные и спасатели сознательно идут на повышенный риск для собственной жизни. Поэтому предлагается выделить для личного состава ФПС МЧС России при выполнении служебных обязанностей два уровня допустимого риска травматизма: предельно (максимально) допустимый и приемлемый.

Для оценки приемлемого уровня риска травмирования личного состава предлагается взять за основу относительный показатель частоты травматизма личного состава для легкого ущерба здоровью. На основании проведенных расчетов значение приемлемого риска травмирования личного состава ФПС МЧС России составляет:

$$R_{\text{прием}} = (5 \pm 1) \cdot 10^{-5} \text{ травм/человек} \cdot \text{год.}$$

Для оценки предельно допустимого уровня риска травмирования личного состава предлагается взять за основу относительный показатель частоты травматизма личного состава для ущерба здоровью легкой и средней тяжести. На основании проведенных расчетов значение предельно допустимого риска травмирования личного состава ФПС МЧС России составляет:

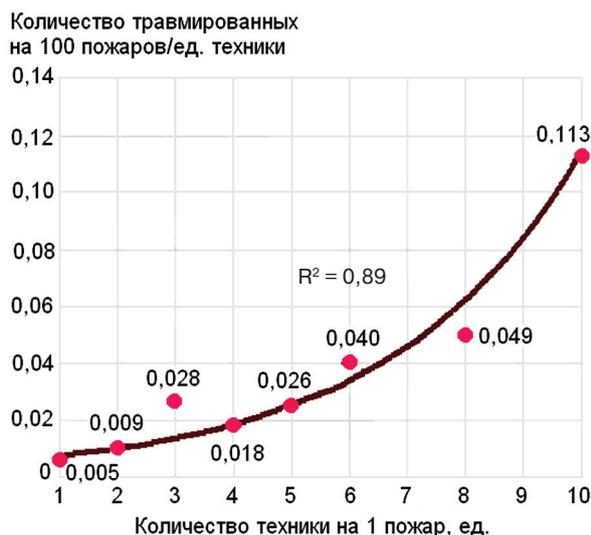
$$R_{\text{доп.}} = (4,4 \pm 0,3) \cdot 10^{-4} \text{ травм/человек} \cdot \text{год.}$$

Очевидно, что приемлемый и допустимый уровни риска травмирования личного состава должны различаться для разных объектов защиты и пожаров различной сложности. В статье [9] проведено исследование уровня травматизма личного состава ФПС МЧС России в зависимости от сложности пожара, которая характеризуется количеством используемой на пожаре техники. На рис. 3 представлено распределение количества травмированных пожарных в расчете на 100 пожаров в зависимости от количества используемой на пожаре техники. При этом учтено, что с увеличением сложности пожара растет и количество участвующих в его тушении пожарных, которое можно принять пропорциональным количе-

Таблица 1

Показатели травматизма личного состава ФПС МЧС России при выполнении служебных обязанностей

Ущерб здоровью	Доля в структуре, %	Длительность трудопотерь, дней	Показатель риска, травм/человек · год
Легкий	5,2	0–3	$R_1 = (5,0 \pm 1,0) \cdot 10^{-5}$
Средний	40,6	4–30	$R_2 = (3,9 \pm 0,3) \cdot 10^{-4}$
Тяжелый	54,2	Более 30	$R_3 = (5,2 \pm 0,3) \cdot 10^{-4}$



**Рис. 3.** Зависимость уровня травматизма личного состава ФПС МЧС России, нормированная на количество пожаров и используемой техники, от сложности пожара. Кривая – результат аппроксимации экспоненциальной функции,  $R^2$  – коэффициент детерминации.

ству используемой техники, поэтому количество травмированных нормировано на количество используемой техники.

Проведена аппроксимация представленной на рисунке зависимости методом наименьших квадратов с использованием экспоненциальной функции:

$$R_{\text{травм.к.}} = (0,00564 \pm 0,00026) e^{(0,302 \pm 0,009)k}, \quad (2)$$

где  $R_{\text{травм.к.}}$  – количество травмированных пожарных на 100 пожаров, нормированное на количество используемой техники, чел./ед.<sup>2</sup>;

$k$  – количество техники, используемой на пожаре, ед.

Как видно из рисунка, с увеличением количества используемой техники с 1 до 10 еди-

ниц уровень травматизма увеличивается более чем в 20 раз.

По формуле (2) можно определить приемлемый уровень риска:

$$R_{\text{прием.к.}} = R_{\text{прием}} \frac{R_{\text{травм.к.}}}{R_{\text{травм.сп.}}} = (0,0023 \pm 0,0005) R_{\text{травм.к.}} \quad (3)$$

и предельно допустимый уровень риска травматизма личного состава в зависимости от сложности пожара:

$$R_{\text{доп.к.}} = R_{\text{доп}} \frac{R_{\text{травм.к.}}}{R_{\text{травм.сп.}}} = (0,0203 \pm 0,0023) R_{\text{травм.к.}}, \quad (4)$$

где  $R_{\text{прием.к.}}$  – приемлемый уровень риска травматизма для пожара, на ликвидацию которого привлекается  $k$  единиц техники;

$R_{\text{доп.к.}}$  – максимально допустимый уровень риска травматизма для пожара, на ликвидацию которого привлекается  $k$  единиц техники;

$R_{\text{травм.к.}}$  – количество травмированных пожарных в расчете на 100 пожаров, на которых использовалось  $k$  единиц техники, нормированное на количество используемой техники, вычисляется по формуле (2), чел./ед.<sup>2</sup>;

$R_{\text{травм.сп.}}$  – среднее количество травмированных пожарных в расчете на 100 пожаров, деленное на среднее количество техники, используемой на 1 пожаре, равно  $0,0217 \pm 0,0019$  чел./ед.<sup>2</sup>.

В табл. 2 приведены приемлемые и допустимые уровни риска травмирования личного состава в зависимости от сложности пожара.

Каждое конкретное подразделение пожарной охраны участвует в ликвидации разных по сложности пожаров. Поэтому предлагается проводить оценки приемлемого и предельно допустимого рисков травмирования личного состава для подразделения пожарной охраны исходя из того, в тушении каких пожаров участвовало данное подразделение за последние 5 лет, по следующим формулам для приемлемого риска:

**Таблица 2**

Приемлемый и предельно допустимый уровни риска травмирования личного состава ФПС МЧС России в зависимости от сложности пожара

Количество техники на пожаре, ед.	Фактическая частота травмирования, чел./ед. <sup>2</sup>	Частота травмирования по формуле (2), чел./ед. <sup>2</sup>	Приемлемый риск травмирования	Предельно допустимый риск травмирования
1	$0,0053 \pm 0,0027$	$0,0076 \pm 0,0004$	$(1,75 \pm 0,39) \cdot 10^{-5}$	$(1,54 \pm 0,19) \cdot 10^{-4}$
2	$0,0086 \pm 0,0021$	$0,0102 \pm 0,0005$	$(2,36 \pm 0,53) \cdot 10^{-5}$	$(2,08 \pm 0,26) \cdot 10^{-4}$
3	$0,0275 \pm 0,0049$	$0,0138 \pm 0,0007$	$(3,19 \pm 0,71) \cdot 10^{-5}$	$(2,81 \pm 0,35) \cdot 10^{-4}$
4	$0,0176 \pm 0,0051$	$0,0187 \pm 0,0011$	$(4,31 \pm 0,97) \cdot 10^{-5}$	$(3,80 \pm 0,49) \cdot 10^{-4}$
5	$0,0261 \pm 0,0083$	$0,0253 \pm 0,0016$	$(5,83 \pm 1,32) \cdot 10^{-5}$	$(5,14 \pm 0,67) \cdot 10^{-4}$
6–7	$0,0404 \pm 0,0101$	$0,0342 \pm 0,0025$	$(7,88 \pm 1,80) \cdot 10^{-5}$	$(6,94 \pm 0,93) \cdot 10^{-4}$
8–9	$0,0491 \pm 0,0155$	$0,0625 \pm 0,0054$	$(1,44 \pm 0,34) \cdot 10^{-4}$	$(1,27 \pm 0,18) \cdot 10^{-3}$
10 и более	$0,113 \pm 0,024$	$0,114 \pm 0,012$	$(2,63 \pm 0,63) \cdot 10^{-4}$	$(2,32 \pm 0,35) \cdot 10^{-3}$
Всего	$0,0217 \pm 0,0019$	–	$(5,00 \pm 1,0) \cdot 10^{-5}$	$(4,40 \pm 0,30) \cdot 10^{-4}$

$$R_{\text{прием.подр}} = \frac{\sum_{k=1}^{k_{\text{max}}} R_{\text{прием.к}} N_{\text{пож.к}}}{\sum_{k=1}^{k_{\text{max}}} N_{\text{пож.к}}} \quad (5)$$

и предельно допустимого риска:

$$R_{\text{доп.подр}} = \frac{\sum_{k=1}^{k_{\text{max}}} R_{\text{доп.к}} N_{\text{пож.к}}}{\sum_{k=1}^{k_{\text{max}}} N_{\text{пож.к}}}, \quad (6)$$

где  $N_{\text{пож.к}}$  – количество пожаров за последние 5 лет, в ликвидации которых участвовало данное подразделение, к тушению которых привлекалось  $k$  единиц техники, ед.;

$k_{\text{max}}$  – максимальное количество единиц техники, привлекаемое к тушению одного пожара, ед.

В качестве примера рассмотрим два отряда пожарной охраны. Численность каждого отряда составляет 900 человек, отряд за 5 лет участвовал в тушении 6,5 тыс. пожаров, при этом за рассматриваемый период травмы получили по 1 человеку в каждом отряде. При этом 1-й отряд участвовал в тушении более сложных пожаров, чем 2-й. Распределение пожаров по количеству привлеченной техники для двух отрядов приведено в табл. 3.

Рассчитаем относительный показатель травматизма пожарных по формуле (1):

$$R_{\text{травм}} = \frac{N_{\text{травм}}}{TN_{\text{лс}}} = \frac{1}{5 \cdot 900} = 2,22 \cdot 10^{-4}.$$

Рассчитаем по формуле (5) значения приемлемого риска травмирования для 1-го отряда:

$$R_{\text{прием.1}} = \frac{\sum_{k=1}^{10} R_{\text{прием.к}} N_{\text{пож.к}}}{\sum_{k=1}^{10} N_{\text{пож.к}}} =$$

$$= (1,75 \cdot 1787 + 2,36 \cdot 2821 + 3,19 \cdot 927 + 4,31 \cdot 452 + 5,83 \cdot 223 + 7,87 \cdot 122 + 10,7 \cdot 65 + 14,4 \cdot 43 + 19,5 \cdot 28 + 26,4 \cdot 32) \cdot 10^{-4} / 6500 = 2,81 \cdot 10^{-4} \text{ травм/человек} \cdot \text{год}$$

и для 2-го отряда:

$$R_{\text{прием.2}} = \frac{\sum_{k=1}^{10} R_{\text{прием.к}} N_{\text{пож.к}}}{\sum_{k=1}^{10} N_{\text{пож.к}}} =$$

$$= (1,75 \cdot 3550 + 2,36 \cdot 1909 + 3,19 \cdot 437 + 4,31 \cdot 313 + 5,83 \cdot 156 + 7,87 \cdot 67 + 10,7 \cdot 43 + 14,4 \cdot 21 + 19,5 \cdot 3 + 26,4 \cdot 1) \cdot 10^{-4} / 6500 = 2,40 \cdot 10^{-4} \text{ травм/человек} \cdot \text{год}.$$

Рассчитаем по формуле (6) значения предельно допустимого риска травмирования для 1-го отряда:

**Таблица 3**

Распределения пожаров, в тушении которых участвовали отряды пожарной охраны за 5 лет

Количество используемой техники, ед.	Количество пожаров, п	
	1-й отряд	2-й отряд
1	1787	3550
2	2821	1909
3	927	437
4	452	313
5	223	156
6	122	67
7	65	43
8	43	21
9	28	3
10 и более	32	1

$$R_{\text{доп.1}} = \frac{\sum_{k=1}^{10} R_{\text{доп.к}} N_{\text{пож.к}}}{\sum_{k=1}^{10} N_{\text{пож.к}}} =$$

$$= (1,54 \cdot 1787 + 2,08 \cdot 2821 + 2,81 \cdot 927 + 3,80 \cdot 452 + 5,15 \cdot 223 + 6,96 \cdot 122 + 9,41 \cdot 65 + 12,7 \cdot 43 + 17,2 \cdot 28 + 23,3 \cdot 32) \cdot 10^{-4} / 6500 = 2,48 \cdot 10^{-4} \text{ травм/человек} \cdot \text{год}$$

и для 2-го отряда:

$$R_{\text{доп.2}} = \frac{\sum_{k=1}^{10} R_{\text{доп.к}} N_{\text{пож.к}}}{\sum_{k=1}^{10} N_{\text{пож.к}}} =$$

$$= (1,54 \cdot 3550 + 2,08 \cdot 1909 + 2,81 \cdot 437 + 3,80 \cdot 313 + 5,15 \cdot 156 + 6,96 \cdot 67 + 9,41 \cdot 43 + 12,7 \cdot 21 + 17,2 \cdot 3 + 23,3 \cdot 1) \cdot 10^{-4} / 6500 = 2,12 \cdot 10^{-4} \text{ травм/человек} \cdot \text{год}.$$

Как следует из расчетов, уровень фактического травматизма личного состава 1-го отряда ниже предельно допустимого, но выше приемлемого уровня. Это указывает на то, что действующая система управления охраной труда достаточно эффективна, но требует определенной оптимизации. Для 2-го отряда фактический уровень травматизма выше предельно допустимого, что указывает на необходимость серьезной корректировки и совершенствования СУОТ. Различие уровней допустимых рисков травмирования для двух одинаковых отрядов пожарной охраны возникает из-за того, что они участвуют в тушении различных по сложности пожаров.

### Заключение

Таким образом, значения приемлемого и предельно (максимально) допустимого рисков травмирования личного состава предлагается использовать для оценки резуль-

тативности системы управления охраной труда в подразделениях пожарной охраны. Если уровень фактического травматизма личного состава ФПС МЧС России при выполнении служебных обязанностей не превысил приемлемого уровня и отсутствует гибель личного состава, это означает, что система управления охраной труда сработала эффективно. При превышении предельно допустимого уровня или наличии гибели личного состава проводятся серьезные корректирующие мероприятия по непрерывному совершенствованию соответствующих элементов системы управления охраной труда по ГОСТу 12.0.230–2007 «Системы управления охраной труда. Общие требования»:

– определение и анализ первопричин любого несоблюдения правил по охране труда

и/или мероприятий систем управления охраной труда;

– организация дополнительного обучения с разбором наиболее часто встречающихся нарушений в области охраны труда;

– проведение дополнительных внеплановых инструктажей по охране труда и т. д.

В случае, если в подразделении не было смертельных случаев травматизма личного состава ФПС МЧС России, но уровень фактического травматизма личного состава при выполнении служебных обязанностей оказался выше приемлемого, но не превысил предельно допустимого уровня, то необходимо предусмотреть меры безопасности труда путем оптимизации комплекса взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов системы управления охраной труда.

### Литература

1. Алексанин С.С., Бобринев Е.В., Евдокимов В.И. [и др.]. Показатели профессионального травматизма и смертности у сотрудников Государственной противопожарной службы России (1996–2015 гг.) // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2018. № 3. С. 5–25. DOI: 10.25016/2541-7487-2018-0-3-05-25.

2. Ворошилов С.П. Ворошилов А.С. Травматизм. Функция распределения степени тяжести вреда здоровью среди работников // Безопасность и охрана труда. 2014. № 3. С. 55–59.

3. Евдокимов В.И., Алексанин С.С., Бобринев Е.В. Анализ показателей заболеваемости, травматизма, инвалидности и смертности сотрудников Государственной противопожарной службы России (1996–2015 гг.) : монография / науч. ред. В.И. Евдокимов ; Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб. : Политехника-принт, 2019. 167 с. (Серия «Заболеваемость военнослужащих» ; вып. 7).

4. Евдокимов В.И., Сиващенко П.П., Иванов В.В., Хоминец В.В. Медико-статистические показатели травм у военнослужащих контрактной службы (рядовых, сержантов и старшин) Вооруженных сил Российской Федерации (2003–2019 гг.) // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2020. № 4. С. 87–104. DOI: 10.25016/2541-7487-2020-0-4-87-104.

5. Карначев П.И., Винниченко Н.А., Карначев И.П. Статистические показатели производственного травматизма, используемые в отечественной и международной практике оценки уровня безопасности труда // Безопасность и охрана труда. 2015. № 2 (63). С. 37–40.

6. Локтева О.С., Локтев Д.А. Риск-ориентированный подход как основа системы управления охраной труда // Наука и техника транспорта. 2018. № 1. С. 84–91.

7. Матюшин А.В., Порошин А.А., Харин В.В. [и др.]. Оценка риска заболеваемости личного состава Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы МЧС России // Безопасность жизнедеятельности. 2016. № 1. С. 6–13.

8. Матюшин А.В., Порошин А.А., Харин В.В. [и др.]. Оценка рисков травматизма и гибели личного состава Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы МЧС России // Актуальные проблемы пожарной безопасности : материалы междунар. науч.-практ. конф. М. : ВНИИПО МЧС России, 2016. С. 32–43.

9. Порошин А.А., Харин В.В., Бобринев Е.В. [и др.]. Банк статистических данных по заболеваемости, травматизму, инвалидности и гибели личного состава подразделений МЧС России при выполнении служебных обязанностей. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2015621061, 13.07.2015. Заявка № 2015620391 от 17.04.2015.

10. Порошин А.А., Шишков М.В., Маштаков В.А. [и др.]. Зависимость травматизма пожарных от сложности пожаров // Пожарная безопасность. 2013. № 2. С. 92–94.

11. Субботина Н.А. Риск-ориентированный подход к системе управления охраной труда. Проблема реализации и методика для ее решения // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2020. Т. 9, № 1(49). С. 193–199.

12. Файнбург Г.З. Санитарно-гигиеническое нормирование производственных факторов как объективная исходная основа управления рисками // Безопасность и охрана труда. 2015. № 2 (63). С. 17–21.

13. Файнбург Г.З. Риск-ориентированный подход к управлению безопасностью и рисками // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Безопасность и управление рисками. 2016. № 5. С. 240–251.
14. Хоменко А.О. Актуальные вопросы применения риск-ориентированного подхода к охране труда // Социально-трудовые исследования. 2019. № 1 (34). С. 100–110.
15. Шабанова Д.Н., Александрова А.В. Совершенствование системы управления охраной труда предприятий на основе риск-ориентированного подхода // Вестник НЦБЖД. 2018. № 3 (37). С. 127–133.
16. Aven T. Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation // European Journal of Operational Research. 2016. Vol. 253, N 1. P. 1–13. DOI: 10.1016/j.ejor.2015.12.023.
17. Black J., Baldwin R. When risk-based regulation aims low: approaches and challenges // Regulation and Governance. 2012. Vol. 6, N 1. P. 2–22. DOI: 10.1111/j.1748-5991.2011.01124.x.
18. Kendall K. The Increasing Importance of Risk Management in an Uncertain World // The Journal for Quality and Participation. 2017. Vol. 40, N 1. P. 4–8.
19. Paul R., Huber M. Risk-based Regulation in Continental Europe? Explaining the Corporatist Turn to Risk in German Work Safety Policies // European Policy Analysis. 2015. Vol. 1, N 2. P. 5–33. DOI: 10.18278/epa.1.2.2.
20. Rothstein H., Borraz O., Huber M. Risk and the Limits of Governance: Exploring Varied Patterns of Risk-Based Governance across Europe // Regulation and Governance. 2013. Vol. 7, N 2. P. 215–235. DOI: 10.1111/j.1748-5991.2012.01153.x.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи. Поступила 15.10.2020 г.

**Участие авторов:** А.А. Кондашов – разработка идеи, концепция и дизайн исследования, статистическая обработка, анализ полученных данных и их интерпретация, редактирование окончательного варианта статьи; Е.Ю. Удавцова – обзор публикаций по теме статьи, сбор и обработка первичных данных; В.А. Маштаков – сбор и обработка первичных данных, методическое сопровождение; Е.В. Бобринев – разработка идеи, концепция и дизайн исследования, статистическая обработка, анализ полученных данных, интерпретация данных, редактирование окончательного варианта статьи; А.А. Ветошкин – обзор публикаций по теме статьи, интерпретация данных, оформление иллюстрационного материала, транслитерация списка литературы; Т.А. Шавырина – обзор публикаций по теме статьи, подготовка окончательного варианта статьи.

**Для цитирования.** Кондашов А.А., Удавцова Е.Ю., Маштаков В.А., Бобринев Е.В., Ветошкин А.А., Шавырина Т.А. Оценка допустимого риска травмирования личного состава Федеральной противопожарной службы МЧС России // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2021. № 1. С. 40–49. DOI: 10.25016/2541-7487-2021-0-1-40-49

### Assessment of the acceptable risk of injury in employees of the Federal Fire Service of EMERCOM of Russia

**Kondashov A.A.<sup>1</sup>, Udavtsova E.Yu.<sup>1</sup>, Mashtakov V.A.<sup>1</sup>, Bobrinev E.V.<sup>1</sup>,  
Vetoshkin A.A.<sup>2</sup>, Shavyrina T.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>All-Russian Research Institute for Fire Protection of EMERCOM of Russia  
(mkr. VNIPO, 12, Balashikha, Moscow region, 143903, Russia);

<sup>2</sup>Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia  
(4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia)

✉ Andrei Alexandrovich Kondashov – PhD Phys.-Mathemat. Sci., Leading Researcher, All Russian Research Institute for Fire Protection, EMERCOM of Russia (mcr. VNIPO, 12, Moscow region, 143903, Russia), e-mail: akond2008@mail.ru;

Elena Yurievna Udavtsova – PhD Techn. Sci., Senior Researcher, All Russian Research Institute for Fire Protection, EMERCOM of Russia (mcr. VNIPO, 12, Moscow region, 143903, Russia), e-mail: otdel\_1\_3@mail.ru;

Vladislav Aleksandrovich Mashtakov – Deputy Head of Department, All Russian Research Institute for Fire Protection, EMERCOM of Russia (mcr. VNIPO, 12, Moscow region, 143903, Russia), e-mail: otdel\_1\_3@mail.ru;

Evgenii Vasil'evich Bobrinev – PhD Biol. Sci., Leading Research Associate, All Russian Research Institute for Fire Protection, EMERCOM of Russia (mcr. VNIPO, 12, Moscow region, 143903, Russia), e-mail: otdel\_1\_3@mail.ru;

Aleksandr Aleksandrovich Vetoshkin – PhD Med. Sci. Associate Prof., orthopedic trauma surgeon, traumatology and orthopedics department, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID 0000-0003-3258-2220, e-mail: totoalex5@gmail.com;

Tatiana Aleksandrovna Shavyrina – PhD Techn. Sci., Leading Researcher Associate, All Russian Research Institute for Fire Protection, EMERCOM of Russia (mcr. VNIPO, 12, Moscow region, 143903, Russia), e-mail: shavyrina@mail.ru

### Abstract

**Relevance.** Occupational Safety and Health Management System (OSHMS) should be improved and regularly adjusted based on continuous analysis of hazards and current risks.

**Intention.** Development of approaches to determining the permissible level of risks to the personnel of the Federal Fire Service (FPS) of the EMERCOM of Russia when performing occupational duties.

**Methodology.** Cases of injuries were analyzed in the staff of the FPS when performing occupational duties. Relative frequencies of injuries were calculated in the personnel of the FPS as follows: light damage (the number of days of temporary disability  $\leq 3$ ), moderate damage (the number of days of temporary disability from 4 to 30) and severe damage (the number of days of temporary disability more than 30, the onset of disability or death). Associations between injuries in the personnel of the FPS and the complexity of fires were assessed, including amount of the fire extinguishers used.

**Results and Discussion.** It is proposed to allocate two levels of acceptable risk of injury for the personnel of the FPS when performing official duties: the maximum risk and acceptable risk. Estimates of acceptable and maximum risks of injury to personnel of the FPS were obtained using the relative index of the frequency of injuries to personnel: acceptable risk estimates  $R_{\text{acceptable}} = (5 \pm 1) \cdot 10^{-5}$  and maximum risk estimates  $R_{\text{maximum}} = (4,4 \pm 0,3) \cdot 10^{-4}$ . It is proposed to use the values of acceptable risks of personal injury adjusted for the complexity of fires extinguished to assess the effectiveness of the OSHMS in fire protection units. Options for decision-making in the framework of the Occupational Safety and Health Management Systems, depending on the actual level of injury to personnel in the performance of official duties, are considered.

**Conclusion.** The proposed model for assessing the effectiveness of the OSHMS is based on the planning of OSHMS activities depending on the degree of implementation of the OSHMS procedures and the risk of injury to the personnel of the FPS of EMERCOM of Russia in the performance of official activities.

**Keywords:** emergency, injury, traumatism, firefighter, Fire Service, EMERCOM of Russia, risk, occupational safety.

### References

1. Aleksanin S.S., Bobrinev E.V., Evdokimov V.I. [et al.]. Pokazateli professional'nogo travmatizma i smertnosti u sotrudnikov Gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby Rossii (1996–2015 gg.) [Indicators of occupational traumatism and mortality in employees of Russian State Fire Service]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2018. N 3. Pp. 5–25. DOI: 10.25016/2541-7487-2018-0-3-05-25. (In Russ).
2. Voroshilov S.P. Voroshilov A.S. Travmatizm. Funktsiya raspredeleniya stepeni tyazhesti vreda zdorov'yu sredi rabotnikov [Injury. Distribution function of the severity of harm to health among workers]. *Bezopasnost' i okhrana truda* [Occupational safety and health]. 2014. N 3. Pp. 55–59. (In Russ).
3. Evdokimov V.I., Aleksanin S.S., Bobrinev E.V. Analysis of morbidity, traumatism, disability and mortality rates in employees of the Russian State Fire Service (1996–2015) : monograph. Ed. V.I. Evdokimov ; Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia. St. Petersburg. 2019. 167 p. (Series "Morbidity in Military Personnel" ; issue 7). (In Russ).
4. Evdokimov V.I., Sivashchenko P.P., Ivanov V.V. Khominets V.V. Mediko-statisticheskie pokazateli travm u voennosluzhashchikh kontraktnoi sluzhby (ryadovykh, serzhantov i starshin) Vooruzhennykh sil Rossiiskoi Federatsii (2003–2019 gg.) [Medical and statistical indicators of injuries among contract military personnel (privates, sergeants and foreman) in the Armed Forces of the Russian Federation (2003–2020)]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2020. N 4. Pp. 87–104. DOI: 10.25016/2541-7487-2020-0-4-87-104. (In Russ).
5. Karnachev P.I., Vinnichenko N.A., Karnachev I.P. Statisticheskie pokazateli proizvodstvennogo travmatizma, ispol'zuemye v otechestvennoi i mezhdunarodnoi praktike otsenki urovnya bezopasnosti truda [Statistical indicators of traumatism, used in the domestic and international practice of industrial safety assessment level]. *Bezopasnost' i okhrana truda* [Occupational safety and health]. 2015. N 2. Pp. 37–40. (In Russ).
6. Lokteva O.S., Loktev D.A. Risk-orientirovannyi podkhod kak osnova sistemy upravleniya okhranoi truda [Risk-focused approach as the basis of control system of labor protection]. *Nauka i tekhnika transporta* [Science and Technology in Transport]. 2018. N 1. Pp. 84–91. (In Russ).
7. Matyushin A.V., Poroshin A.A., Kharin V.V. [et al.]. Otsenka riska zabelevaemosti lichnogo sostava federal'noi protivopozharnoi sluzhby Gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii [Evaluation of regional risk factors incidence of employees of the federal fire service of state fire service of EMERCOM OF Russia]. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti* [Life safety]. 2016. N 1. Pp. 6–13. (In Russ).
8. Matyushin A.V., Poroshin A.A., Kharin V.V. [et al.]. Otsenka riskov travmatizma i gibeli lichnogo sostava Federal'noi protivopozharnoi sluzhby Gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii [Assessment of the risks of injuries and death in the personnel of the Federal Fire Service of the State Fire Service of the EMERCOM of Russia]. *Aktual'nye problemy pozharnoi bezopasnosti* [Actual problems of fire safety] : Scientific. Conf. Proceedings. Moskva. 2016. Pp. 32–43. (In Russ).
9. Poroshin A.A., Kharin V.V., Bobrinev E.V. [et al.]. Bank statisticheskikh dannykh po zabelevaemosti, travmatizmu, invalidnosti i gibeli lichnogo sostava podrazdelenii MChS Rossii pri vypolnenii sluzhebnykh obyazannostei [Bank of statistical data on morbidity, injury, disability and death of personnel of EMERCOM of Russia units in the performance of official duties]. Database Registration Certificate RU 2015621061, 13.07.2015. Request N 2015620391 17.04.2015. (In Russ).
10. Poroshin A.A., Shishkov M.V., Mashtakov V.A. [et al.]. Zavisimost' travmatizma pozharnykh ot slozhnosti pozharov [Dependence of the traumatism of firemen on complexity of the fire]. *Pozharnaya bezopasnost'* [Fire safety]. 2013. N 2. Pp. 92–94. (In Russ).
11. Subbotina N.A. Risk-orientirovannyi podkhod k sisteme upravleniya okhranoi truda // Problema realizatsii i metodika dlya ee resheniya [Risk-based approach to the osh management system. Problem of implementation and methodology for its solution]. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus* [XXI Century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus]. 2020. Vol. 9, N 1. Pp. 193–199. (In Russ).

12. Faynburg G.Z. Risk-orientirovannyi podkhod k upravleniyu bezopasnost'yu i riskami [Risk-focused approach to safety and risk management]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Bezopasnost' i upravlenie riskami* [Bulletin Perm National Research Polytechnic University. Security and Risk Management]. 2016. N 5. Pp. 240–251. (In Russ).
13. Khomenko A.O. Aktual'nye voprosy primeneniya risk-orientirovannogo podkhoda k okhrane truda [Current issues of a risk-oriented approach to labor protection]. *Sotsial'no-trudovye issledovaniya* [Social & labour research]. 2019. N 1. Pp. 100–110. (In Russ).
14. Faynburg G.Z. Sanitarno-gigienicheskoe normirovanie proizvodstvennykh faktorov kak ob"ektivnaya iskhodnaya osnova upravleniya riskami [Sanitary regulation of production factors as an objective basis of the original risk management]. *Bezopasnost' i okhrana truda* [Occupational safety and health]. 2015. N 2. Pp. 17–21. (In Russ).
15. Shabanova D.N., Aleksandrova A.V. Sovershenstvovanie sistemy upravleniya okhranoi truda predpriyatii na osnove risk-orientirovannogo podkhoda [Improvement of the control system of labor protection of enterprises on the basis of risk-oriented approach]. *Vestnik NTsBZhD* [Vestnik NTsBZhD]. 2018. N 3. Pp. 127–133. (In Russ).
16. Aven T. Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation. *European Journal of Operational Research*. 2016. Vol. 253, N 1. Pp. 1–13. DOI: 10.1016/j.ejor.2015.12.023.
17. Black J., Baldwin R. When risk-based regulation aims low: approaches and challenges. *Regulation and Governance*. 2012. Vol. 6, N 1. Pp. 2–22. DOI: 10.1111/j.1748-5991.2011.01124.x
18. Kendall K. The Increasing Importance of Risk Management in an Uncertain World. *The Journal for Quality and Participation*. 2017. Vol. 40, N 1. Pp. 4–8.
19. Paul R., Huber M. Risk-based Regulation in Continental Europe? Explaining the Corporatist Turn to Risk in German Work Safety Policies. *European Policy Analysis*. 2015. Vol. 1, N 2. Pp. 5–33. DOI: 10.18278/epa.1.2.2
20. Rothstein H., Borraz O., Huber M. Risk and the Limits of Governance: Exploring Varied Patterns of Risk-Based Governance across Europe. *Regulation and Governance*. 2013. Vol. 7, N 2. Pp. 215–235. DOI: 10.1111/j.1748-5991.2012.01153.x

Received 15.10.2020

**For citing.** Kondashov A.A., Udavtsova E.Yu., Mashtakov V.A., Bobrinev E.V., Vetoshkin A.A., Shavyrina T.A. Otsenka dostimogo riska travmirovaniya lichnogo sostava Federal'noi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh*. 2021. N 1. Pp. 40–49. (In Russ.)

Kondashov A.A., Udavtsova E.Yu., Mashtakov V.A., Bobrinev E.V., Vetoshkin A.A., Shavyrina T.A. Assessment of the acceptable risk of injury in employees of the Federal Fire Service of EMERCOM of Russia. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2021. N 1. Pp. 40–49. DOI: 10.25016/2541-7487-2021-0-1-40-49