

В.И. Евдокимов¹, Е.В. Бобринев², А.А. Ветошкин¹, А.А. Кондашов²

СТРУКТУРА НОЗОЛОГИЙ И РИСКИ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА ЛИЧНОГО СОСТАВА ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МЧС РОССИИ (2012–2021 гг.)

¹ Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2);

² Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России (Россия, Московская область, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12)

Актуальность. Высокие физические и эмоциональные нагрузки, испытываемые пожарными в профессиональной деятельности, могут способствовать развитию ошибочных действий и производственного травматизма.

Цель – определить производственный травматизм и соотнести производственные травмы с нозологиями воздействий внешних причин по XIX классу по Международной классификации болезней и расстройств поведения десятого пересмотра (МКБ-10) за 10 лет (2012–2021 гг.).

Методология. Провели анализ производственного травматизма по категориям личного состава Федеральной противопожарной службы (ФПС) МЧС России (оперативный состав, профилактический, технический и управленческий персонал), причинам травм (технические, организационные, психофизиологические и опасные факторы пожаров) и деятельности (пожаротушение, учебно-спортивная и повседневная). Риски травматизма и воздействия внешних причин на области тела по МКБ-10 рассчитали на 10 тыс. человек (10^{-4}).

Результаты и их анализ. За 10 лет у личного состава ФПС МЧС России учтены 1769 травм, связанных с исполнением производственных обязанностей. Уровень производственного травматизма пожарных составил $(9,19 \pm 0,54) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), что было статистически достоверно меньше ($p < 0,001$), чем у мужчин-работников по экономике России — $(16,50 \pm 1,09) \cdot 10^{-4}$. На каждый случай травмы в среднем в общем массиве приходилось 1,3 диагноза, в том числе, при пожаротушении и ликвидации последствий других ЧС – 1,4, при учебно-спортивной деятельности – 1,1, при повседневной деятельности – 1,3 диагноза. Средневзвешанный риск поражений областей тела составил $(11,96 \pm 0,89) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), в том числе, суммарный риск травм – $(10,01 \pm 0,83) \cdot 10^{-4}$ с долей 83,6% от структуры, ожогов – $(1,39 \pm 0,23) \cdot 10^{-4}$ и 11,6%, отравлений продуктами горения – $(0,39 \pm 0,09) \cdot 10^{-4}$ и 3,3%, тепловых обмороков – $(0,18 \pm 0,04) \cdot 10^{-4}$ и 1,5% соответственно. Конгруэнтность трендов риска производственного травматизма, числа производственных травм с рисками травмирования областей тела, головы и ожогов – положительная и статистически значимая, что указывает на участие в развитии трендов одинаковых (однонаправленных) показателей. При разных по значимости коэффициентах детерминации полиномиальный тренд риска травмирования областей тела показывает тенденцию уменьшения данных, риска ожогов – напоминает инвертированную U-кривую, риска отравлений продуктами горения – увеличения показателей. 1-й ранг значимости поражений анатомических областей тела в общем массиве пожарных при производственном травматизме образовали риски травм головы (S00–S09 по МКБ-10) с уровнем $(2,49 \pm 0,32) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) и долей 20,8% от структуры всех производственных травм, 2-й ранг – колена и голени (S80–S89) – $(1,87 \pm 0,24) \cdot 10^{-4}$ и 15,6%, 3-й ранг – области голеностопного сустава и стопы (S90–S99) – $(1,11 \pm 0,15) \cdot 10^{-4}$ и 9,3%, 4-й ранг – грудной клетки (S20–S29) – $(0,91 \pm 0,13) \cdot 10^{-4}$ и 7,6%, 5-й ранг – запястья и кисти (S40–S49) – $(0,88 \pm 0,07) \cdot 10^{-4}$ и 7,4% соответственно. Указанные травмы областей тела в сумме составили 60,7% от структуры всех внешних воздействий при производственном травматизме. В генезисе поражений областей тела у пожарных при производствен-

✉ Евдокимов Владимир Иванович – д-р мед. наук проф., гл. науч. сотр., Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), ORCID: 0000-0002-0771-2102, e-mail: 9334616@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), ORCID: 0000-0001-8169-6297, 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;

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), ORCID: 0000-0002-2730-1669, e-mail: akond2008@mail.ru

ном травматизме ведущее место отводится травмам головы, которые способствуют потере равновесия и создают условия для падения, в результате чего травмируются другие области тела. Проведен анализ травматизма и нозологий по категориям личного состава, причинам травм и видам деятельности.

Заключение. Анализ причинно-следственных отношений всех травм с привлечением руководителей подразделений, специалистов по охране труда, инженеров, пожарных и врачей будет способствовать профилактике производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России.

Ключевые слова: пожар, чрезвычайная ситуация, пожарный, производственный травматизм, травма, ожог, отравление, тепловой обморок, XIX класс по МКБ-10, охрана труда, Федеральная противопожарная служба.

Введение

Экстремальные условия деятельности пожарных могут способствовать чрезмерному напряжению функциональных резервов организма, возникновению ошибочных действий, травм и профессионально ускоренных заболеваний. В некоторых публикациях эти заболевания называют «профессионально значимыми», однако, практика показывает, что они могут возникать во многих профессиональных когортах людей, работающих в экстремальных условиях. Полагаем, что термин «профессионально ускоренные» заболевания является более адекватным, он характеризует более раннее их возникновение в результате перенапряжения функциональных резервов организма у специалистов экстремальных профессий, чем в основной популяции населения.

Травматизм – число травм, возникших в единицу времени. Производственный травматизм – совокупность травм, полученных работниками на производстве и обусловленных несоблюдением условий организации труда за определенный период времени, например за 1 год. Производственный травматизм – управляемый процесс и показатель безопасности деятельности. Производственные причины составляют экономический ущерб 4–8% от валового внутреннего продукта стран [16] и 5–7% – от всех смертей при внешних причинах в мире [15].

Риск – вероятность развития какого-либо явления, как правило, негативного. Зная число травм, которые были получены в период профессиональной деятельности, и количество работников, можно высчитать уровень производственного травматизма. При этом уровень профессионального травматизма будет свидетельствовать об уже состоявшемся явлении. Используя этот показатель, можно предугадывать события и прогнозировать риски развития травматизма в будущем.

В предыдущих наших публикациях представлен производственный травматизм за 15 лет (2006–2020 гг.) в мире, России и личного состава Федеральной противопожарной службы (ФПС) Государственной противопожарной службы МЧС России [5]. В указанный период

среднегодовой показатель уровня травматизма составил у работающих мужчин в мире ($144,11 \pm 9,77$) травм в год на 10 тыс. мужчин или 10^{-4} , у работников-мужчин в экономике России – $(22,73 \pm 2,18) \cdot 10^{-4}$, личного состава ФПС МЧС России – $(14,66 \pm 2,01) \cdot 10^{-4}$ травм/ (пожарных \cdot год).

Уместно указать, что уровень производственного травматизма работающих мужчин в мире был высчитан по данным Международной организации труда (The International Labour Organization, ILO) [12] и является предварительным. Для этих целей использовали ресурс статистического департамента ILOSTAT «Indicator 8.8.1 – Non-fatal occupational injuries per 100'000 workers» [<https://www.ilo.org/shinyapps/bulkexplorer2/>]. К сожалению, в ILOSTAT сведения по производственному травматизму имеются не по всем странам. Наибольшие показатели были в 2009–2015 гг., минимальные – в 2018–2020 гг.

Выраженный уровень производственного травматизма в странах с высоким уровнем социального страхования обуславливался учетом всех травм. В международной [11, 13, 14] и отечественной [3, 6, 10] практике по изучению производственного травматизма используется понятие «пирамида несчастных случаев», когда на 1 случай травм с тяжелыми последствиями вреда здоровью приходится около 10 случаев травм со средними последствиями вреда и 100 случаев травм с легкими последствиями, на 1 случай смерти – 500 случаев травм.

В производственном травматизме личного состава ФПС России наблюдается обратная ситуация. На 1 случай травм с легким ущербом вреда здоровью в среднем приходится 8 случаев травм со средним ущербом и 10 случаев травм с тяжелым ущербом [7]. Соотношение производственных травм и гибели у работников-мужчин России в 2006–2020 гг. оказалось 1 : 17, у личного состава ФПС МЧС России – 1 : 16.

Отмечается уменьшение производственного травматизма в мире, России и МЧС России в динамике, чему способствова-

ли улучшение условий труда, оптимизация охраны труда и другие мероприятия. Например, производственный травматизм в 2006 г. работающих мужчин в мире был $196,4 \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), в 2020 г. – стал $58,8 \cdot 10^{-4}$, уменьшение в 3,3 раза, работников-мужчин в России – $39,0 \cdot 10^{-4}$, $12,0 \cdot 10^{-4}$ и 3,2 раза, пожарных – $29,0 \cdot 10^{-4}$, $6,9 \cdot 10^{-4}$ и 4,2 раза соответственно. Уменьшается и риск гибели на производстве [5].

Чтобы определить вклад производственного травматизма в общий травматизм по XIX классу «Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин» по МКБ-10 личного состава МЧС России надо сравнить изучаемые показатели за одинаковый период времени. Данные по травмам по XIX классу у пожарных были рассчитаны за 1996–2015 гг. [1, 4]. К сожалению, за более поздний период эти сведения найти не удалось. Решено для сравнения использовать опубликованные результаты за 2006–2015 гг. Среднегодовой уровень случаев с временной нетрудоспособностью у личного состава ФПС МЧС России в этот период по всем классам по МКБ-10 был $(3894,3 \pm 273,2) \cdot 10^{-4}$, по XIX классу – $(468,1 \pm 42,7) \cdot 10^{-4}$, производственного травматизма – $(18,0 \pm 2,4) \cdot 10^{-4}$, среднегодовой уровень смертности – $(102,9 \pm 6,0) \cdot 10^{-5}$, $(60,1 \pm 4,5) \cdot 10^{-5}$ и $(8,5 \pm 1,2) \cdot 10^{-5}$ соответственно.

Оказалось, что доля производственного травматизма в структуре травм у пожарных за 10 лет (2006–2015 гг.) по XIX классу была невысокой и составила около 3,8%. Учитывая, что при каждой производственной травме поражаются несколько областей тела (о чем будет представлено далее), полученный показатель следует увеличить в 1,3–1,5 раза.

Доля гибели пожарных от травм в структуре смертности по XIX классу – 14,1% (табл. 1). Уместно указать, что производственная гибель личного состава МЧС России в 2021 г. была 9%, в 2022 г. – 5,9%.

Конгруэнтности рисков общего травматизма по XIX классу и производственного травматизма, рисков общей смертности по XIX классу и гибели при выполнении служебной деятельности пожарных – низкие и статистически незначимые ($r = 0,21$ и $r = 0,34$; $p > 0,05$ для обоих показателей), что указывает на влияние в развитии трендов разных (разнонаправленных) показателей.

В доступной литературе не найдены показатели соотношения травм с Международной классификацией болезней и расстройств поведения (МКБ-10) у пожарных при производственном травматизме.

Цель – выявить риски развития производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России за последние 10 лет (2012–2021 гг.) и определить структуру нозологий по МКБ-10.

Материал и методы

Показатели производственного травматизма личного состава (сотрудников, имеющих специальные звания, и работников) ФПС МЧС России получили из банка статистических данных по заболеваемости, травматизму, инвалидности и гибели личного состава подразделений МЧС России при выполнении служебных обязанностей [9].

Травмы соотнесли с деятельностью личного состава: пожаротушение и ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС), учебно-спортивная и повседневная. Обстоятельства получения травм свели в обобщенные группы причин: технические, организационные, психофизиологические и опасные факторы пожаров и других ЧС [8]. Проанализированные причины и обстоятельства производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России представлены в табл. 2.

Нередко травмы возникали из-за совместного воздействия ряда опасных факторов пожаротушения или личного фактора (психо-

Таблица 1

Показатели заболеваемости, травматизма и смертности личного состава ФПС МЧС России [4, 5]

Показатель	Год									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Случаи с временной нетрудоспособностью, на 10 тыс. пожарных ($\times 10^{-4}$)										
Общий показатель по всем классам	5916	4863	4050	3402	3149	3457	3556	3244	3546	3760
XIX класс по МКБ-10	629,0	733,0	580,0	384,0	434,0	364,0	413,0	377,0	310,0	457,0
Производственный травматизм	29,0	1,5	21,3	27,1	23,1	23,2	12,1	10,8	11,1	8,0
Смертность, на 100 тыс. пожарных ($\times 10^{-5}$)										
Общий показатель по всем классам	105,9	113,7	134,5	101,3	125,0	113,8	83,0	85,4	84,4	81,5
XIX класс по МКБ-10	59,0	72,1	91,3	51,2	68,7	63,0	51,3	45,6	46,7	52,1
Гибель на производстве	11,2	3,6	13,8	13,5	11,0	6,8	6,9	8,4	5,9	4,2

Таблица 2

Причины и обстоятельства производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России

Причины	Обстоятельства
1. Технические	1.1. Конструктивные недостатки и недостаточная надежность машин, механизмов, оборудования, специальной одежды и обуви 1.2. Неудовлетворительное техническое состояние здания, сооружения 1.3. Воздействие вредных веществ 1.4. Взрыв газовых баллонов или газовой смеси из-за неисправности
2. Организационные	2.1. Воздействие электрического тока 2.2. Воздействие неисправных предметов, деталей, машин и т.д. 2.3. Повреждения в результате противоправных действий других лиц 2.4. Недостатки в обучении безопасным приемам труда
3. Психофизиологические	3.1. Личная неосторожность (падение пострадавшего и пр.) 3.2. Нарушение правил дорожного движения 3.3. Психические и физические перенапряжения функций организма 3.4. Нарушение правил по охране труда, трудовой дисциплины
4. Опасные факторы пожаров и других ЧС	4.1. Обрушение, падение, обвалы строительных конструкций, предметов, материалов 4.2. Взрыв газовых баллонов или газовой смеси из-за высокой температуры окружающей среды и огня 4.3. Воздействие экстремальных температур окружающей среды на функциональные резервы организма (перегревание) 4.4. Отравление продуктами горения 4.5. Воздействие дыма, огня или пламени (ожог или недостаточная видимость) 4.6. Воздействие предметов, деталей, машин и т.д.

физиологических причин), поэтому классификацию причин проводили в соответствии со статистическими данными, взятыми из п. 9 «Акта о несчастном случае на производстве (форма Н-1)». Причины несчастного случая устанавливались комиссией. Одни и те же обстоятельства несчастного случая (п. 8 «Акта о несчастном случае на производстве») решением комиссии могли быть отнесены к разным причинам (п. 9 «Акта о несчастном случае на производстве»). Задача авторов статьи состояла не только в отнесении обстоятельств к различным причинам, а в статистическом анализе случаев производственного травматизма с уже установленными обстоятельствами и причинами [5].

Среднегодовой уровень производственного травматизма рассчитали на 10 тыс. человек личного состава ($\times 10^{-4}$). Предположили, что эти данные могут явиться показателями риска возникновения производственного травматизма в ближайшей перспективе. Среднегодовое число личного состава ФПС МЧС России (люди, подверженные риску производственного травматизма) было $(191,3 \pm 3,3)$ тыс. человек, в том числе, оперативного состава, который участвует в оперативных дежурствах, проводит пожаротушение и ликвидацию последствий других ЧС, – $(130,4 \pm 2,4)$ тыс. человек, профилактического персонала, осуществляющего надзорную деятельность, в том числе, за соблюдением мер профилактики

пожаров, – $(14,6 \pm 0,2)$ тыс., технического – $(16,8 \pm 0,3)$ тыс. и управленческого персонала – $(29,5 \pm 0,5)$ тыс. человек.

Данные производственного травматизма работников-мужчин России в 2012–2021 гг. получили из сайта Росстата, которые были адаптированы в публикации [5].

По сложившейся практике пострадавшими при несчастных случаях на производстве являлись пожарные с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более и со смертельным исходом при выполнении ими профессиональных обязанностей, а также при следовании на работу или с работы и подлежащие учету на основании акта о травме.

Производственные травмы соотнесли с таксонами XIX класса по МКБ-10 (табл. 3). К сожалению, клинико-морфологические особенности травм в 2012–2021 гг. были представлены не во всех изученных актах о несчастных случаях на производстве, в связи с чем эти травмы классифицировались как прочие или не идентифицированные. Некоторые малочисленные нозологии, например, T79.5 «Синдром длительного сдавления», W87 «Несчастный случай, связанный с источником электрического тока неуточненным» и другие в отдельные анализируемые рубрики не выделяли.

Массив карточек с кратким описанием случаев получения травм, который позволил соотнести травмы с таксонами нозологий по МКБ-10, оказался меньше, чем общий мас-

Таблица 3

Группы, представленные в XIX классе «Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин» (S00–T98), по МКБ-10

Группа	Название группы	Таксон по МКБ-10
1-я	Травмы головы	S00–S09
2-я	Травмы шеи	S10–S19
3-я	Травмы грудной клетки	S20–S29
4-я	Травмы живота, нижней части спины, поясничного отдела позвоночника и таза	S30–S39
5-я	Травмы плечевого пояса и плеча	S40–S49
6-я	Травмы локтя и предплечья	S50–S59
7-я	Травмы запястья и кисти	S60–S69
5–7-я	Травмы плечевого пояса и верхних конечностей	S40–S69
8-я	Травмы области тазобедренного сустава и бедра	S70–S79
9-я	Травмы колена и голени	S80–S89
10-я	Травмы области голеностопного сустава и стопы	S90–S99
8–10-я	Травмы тазобедренного сустава и нижних конечностей	S70–S99
12-я	Травмы неуточненной части туловища, конечности или области тела	T08–T14
14–16-я	Термические и химические ожоги	T20–T32
19-я	Токсическое действие веществ, преимущественно немедицинского назначения, в том числе, токсическое действие окиси углерода (T58), других газов, дымов и паров (T59)	T51–T65
20-я	Другие и неуточненные эффекты воздействия внешних причин, в том числе, тепловой обморок (T67.1), воздействие электрическим током (T75.4)	T66–T78

сив, использовавшийся для расчета производственного травматизма. Оказалось, что из общего массива были исключены фатальные и некоторые другие случаи внешних воздействий. При расчете уровней риска развития конкретных нозологий этот факт учитывался. Недостающее количество травм считали как неидентифицированные.

В ряде случаев в карточках указывалось: «Перелом костей верхней конечности» или «Перелом костей нижней конечности», эти нозологии соотносили с таксонами T10 «Перелом верхней конечности на неуточненном уровне» или T12 «Перелом нижней конечности на неуточненном уровне» по МКБ-10 соответственно и т.д. При статистическом анализе указанные нозологии относили в группы травм частей тела, например, в группы 5–7-я «Травмы плечевого пояса и верхних конечностей» и 8–10-я «Травмы тазобедренного сустава и нижних конечностей». Однако при расчете анатомических областей туловища или конечностей (например, травм плечевого пояса и плеча, локтя и предплечья, запястья и кисти) нозологии неуточненных областей тела были отнесены в группу малодифференцированных травм.

Используя коэффициенты, которые учитывали вклад малодифференцированных и неидентифицированных травм, рассчитали средневзвешенный прогнозируемый риск поражений областей тела ($\times 10^{-4}$), который образовали риски травмирования частей и областей тела (голова, шея, туловище, верхние

и нижние конечности) и некоторых областей тела (например, грудной клетки, запястья и кисти и пр.), ожогов, отравлений продуктами горения и тепловых обмороков.

При изучении динамики показателей травматизма личного состава ФПС МЧС России возникали сложности, связанные с неоднородностью данных, их значительными колебаниями в разные периоды времени. Провели сглаживание показателей травматизма с использованием методов скользящего среднего и экспоненциального распределения. Оба метода представляли близкие результаты. При этом средние значения и среднеквадратичные отклонения сглаженных распределений существенно отличались от соответствующих параметров исходного распределения. В окончательном анализе для исключения возможного искажения результатов процедуру сглаживания не использовали [5].

При расчете доли рисков использовали общее количество травм ($n = 1767$), в некоторых случаях, например для определения динамики развития травмирования областей тела при конкретных причинах производственного травматизма или деятельности пожарных, количество травм, которые возникали при них, принимали за 100%.

Результаты проверили на нормальность распределения признаков. В связи с небольшими показателями травм по некоторым обстоятельствам рассчитанный уровень травматизма отличался от нормального рас-

пределения. В статье представлены средние арифметические показатели и их ошибки ($M \pm m$). При округлении процентов до десятых величин сумма в строках некоторых таблиц может незначительно различаться.

Развитие травм оценивали при помощи динамических рядов, для чего использовали полиномиальный тренд второго порядка. Коэффициент детерминации (R^2) показывал связь построенного тренда с реальной тенденцией развития показателей, чем больше был R^2 (максимальный 1,0), тем более объективным оказался тренд [2]. Согласованность (конгруэнтность) изучаемых трендов травматизма провели с использованием коэффициента корреляции (r) Пирсона.

Результаты и их анализ

1. Общие риски производственного травматизма

В 2012–2021 гг. при выполнении служебных обязанностей у личного состава ФПС МЧС России были зарегистрированы 1769 травм. Среднегодовой риск производственного травматизма составил $(9,19 \pm 0,54) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), за аналогичный период у работников-мужчин России риск оказался статистически достоверно большим ($p < 0,001$) – $(16,50 \pm 1,09) \cdot 10^{-4}$.

На рис. 1 показана динамика рисков производственного травматизма личного состава и работников-мужчин. При высоких коэффициентах детерминации полиномиальные тренды показывают динамику уменьшения данных. Конгруэнтность (согласованность) трендов – очень высокая, положительная и статистически значимая ($r = 0,923$; $p < 0,001$), что может

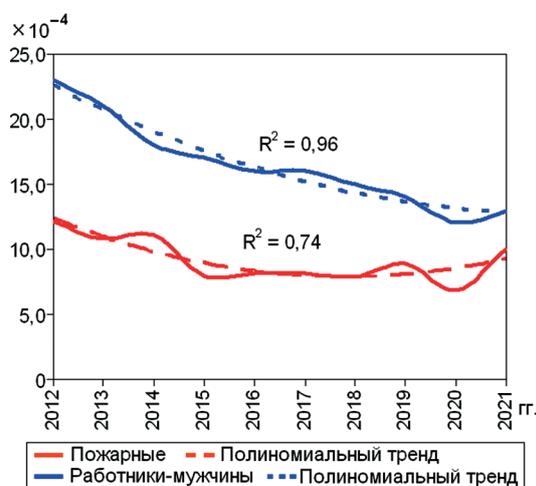


Рис. 1. Динамика производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России.

указывать на влияние в развитии травматизма одинаковых (однаправленных) факторов, таких как улучшение условий труда, совершенствование комплекса мероприятий по охране труда и средств индивидуальной защиты.

Общий массив нозологий. Как уже было указано ранее, производственный травматизм составлял небольшую долю (около 4%) в структуре общего травматизма пожарных по XIX классу по МКБ-10. Однако в 1412 проанализированных карточках по производственным травмам поражения частей и областей тела соотносились с 2184 диагнозами. Оказалось, что на каждый случай производственной травмы в среднем в общем массиве приходилось 1,3 диагноза, в том числе, при пожаротушении и ликвидации последствий других ЧС – 1,4, при учебно-боевой деятельности – 1,1, при повседневной деятельности – 1,3 диагноза, что в какой-то степени характеризовало тяжесть поражений.

В табл. 4 сведены показатели средневзвешенных рисков поражений областей тела у личного состава ФПС МЧС России при производственном травматизме. Риск травмирования областей тела составил $(10,01 \pm 0,83) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 83,6% от структуры, ожогов – $(1,39 \pm 0,23) \cdot 10^{-4}$ и 11,6%, отравлений продуктами горения – $(0,39 \pm 0,09) \cdot 10^{-4}$ и 3,3%, тепловых обмороков – $(0,18 \pm 0,04) \cdot 10^{-4}$ и 1,5% соответственно (см. табл. 4).

На рис. 2 изображена динамика рисков внешних воздействий при производственном травматизме личного состава ФПС МЧС России. При разных по значимости коэффициентах детерминации полиномиальный тренд риска травмирования областей тела показывает тенденцию уменьшения данных (см. рис. 2А), риска ожогов – напоминает инвертированную U-кривую с минимальными показателями в 2016 г. (см. рис. 2Б), риска отравлений продуктами горения – увеличения показателей (см. рис. 2В).

На рис. 3 показана структура и динамика структуры травм частей и областей тела у пожарных при производственном травматизме. Среди частей тела чаще всего травмами поражались тазобедренный сустав и нижние конечности (28,5%), голова (20,8%), плечевой пояс и верхние конечности (19,3%) (см. рис. 3Б), среди областей тела – голова (20,8%), колени и голени (15,6%), область голеностопного сустава и стопы (9,3%), грудная клетка (7,6%) и запястье и кисть (7,4%) (см. рис. 3В). В динамике структуры отмечается уменьшение

Таблица 4

Риски внешних воздействий на анатомические области тела при производственном травматизме (n = 1769)

Группа по МКБ-10	Название	Общий показатель		
		(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг
1-я	Травмы головы	2,49 ± 0,32	20,8	1-й
2–5-я	Травмы шеи и туловища, в том числе:	1,80 ± 0,18	15,0	
	• шеи	0,21 ± 0,04	1,8	10-й
	• грудной клетки	0,91 ± 0,13	7,6	4-й
	• живота, нижней части спины, поясничного отдела позвоночника и таза	0,68 ± 0,08	5,6	8-й
5–7-я	Травмы плечевого пояса и верхних конечностей, в том числе:	2,31 ± 0,09	19,3	
5-я	• плечевого пояса и плеча	0,72 ± 0,09	6,0	6-й
6-я	• локтя и предплечья	0,71 ± 0,10	5,9	7-й
7-я	• запястья и кисти	0,88 ± 0,07	7,4	5-й
8–10-я	Травмы тазобедренного сустава и нижних конечностей, в том числе:	3,41 ± 0,13	28,5	
8-я	• области тазобедренного сустава и бедра	0,43 ± 0,08	3,6	9-й
9-я	• колена и голени	1,87 ± 0,24	15,6	2-й
10-я	• области голеностопного сустава и стопы	1,11 ± 0,15	9,3	3-й
1–12-я	Сумма травм	10,01 ± 0,83	83,6	
14–16-я	Ожоги	1,39 ± 0,23	11,6	
19-я	Отравления	0,39 ± 0,09	3,3	
20-я	Прочие (тепловой обморок и др.)	0,18 ± 0,04	1,5	
	Общий средневзвешенный риск поражений областей тела	11,96 ± 0,89	100,0	

Здесь и в табл. 5–10: полужирный шрифт – 1–5-й ранг значимости.

доли травм головы и увеличение доли травм на верхних и нижних конечностях и других внешних воздействий (ожоги, отравления), определенная стабильность доли – при травмах шеи и туловища (см. рис. 3А).

1-й ранг значимости поражений анатомических областей тела в общем массиве пожарных при производственном травматизме образовали риски травм головы (S00–S09 по МКБ-10) с уровнем $(2,49 \pm 0,32) \cdot 10^{-4}$ травм/ (человек · год), 2-й ранг – колена и голени (S80–S89) – $(1,87 \pm 0,24) \cdot 10^{-4}$, 3-й ранг – области голеностопного сустава и стопы (S90–S99) –

$(1,11 \pm 0,15) \cdot 10^{-4}$, 4-й ранг – грудной клетки (S20–S29) – $(0,91 \pm 0,13) \cdot 10^{-4}$, 5-й ранг – запястья и кисти (S60–S69) – $(0,88 \pm 0,07) \cdot 10^{-4}$ соответственно (см. табл. 4). Указанные травмы областей тела в сумме составили 60,7% от структуры всех внешних воздействий при производственном травматизме.

Как и следовало ожидать, конгруэнтность трендов средневзвешенного риска поражений областей тела, риска производственного травматизма и числа производственных травм – положительная, средняя и статистически значимая ($r = 0,685$ и $r = 0,686$ при $p < 0,05$

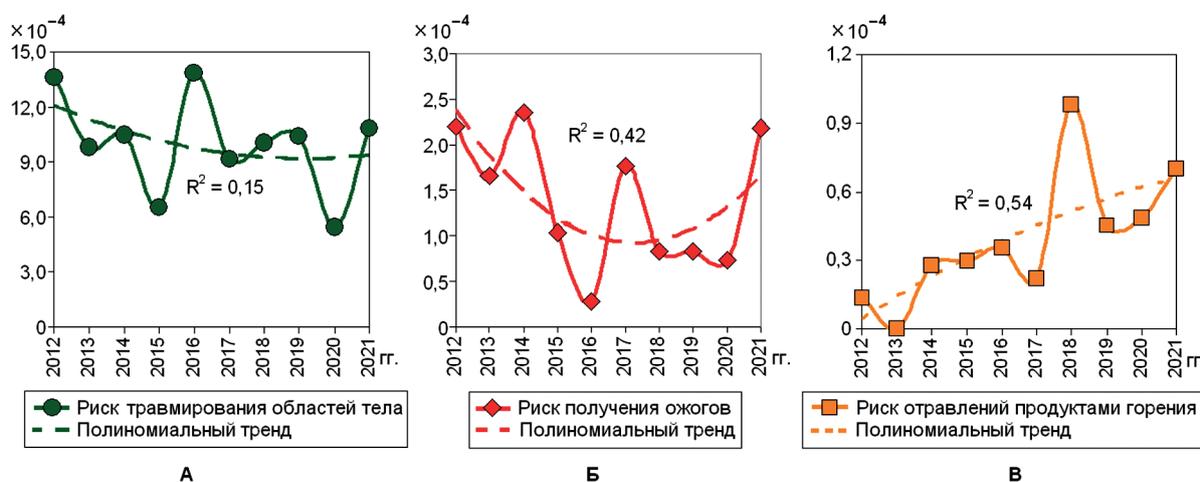


Рис. 2. Динамика рисков травмирования областей тела (А), получения ожогов (Б) и отравлений продуктами горения (В) при производственном травматизме личного состава ФПС МЧС России.

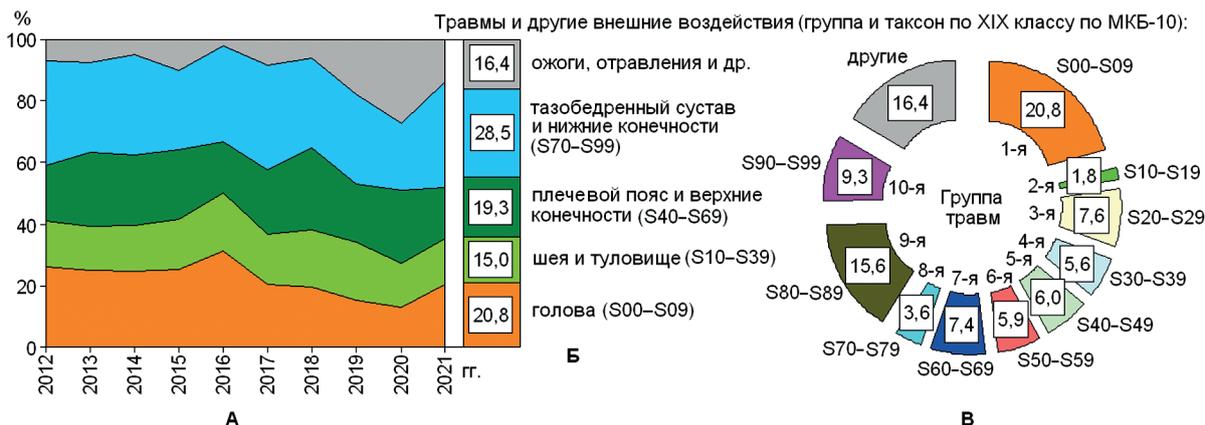


Рис. 3. Динамика структуры (А), структура поражений частей (Б) и областей тела (В) при производственном травматизме личного состава ФПС МЧС России.

для обоих показателей), указанных двух показателей производственного травматизма и риска ожогов – высокая ($r = 0,789$ и $r = 0,733$ при $p < 0,01$ для обоих показателей); числа производственных травм и травм головы – средняя ($r = 0,628$ при $p < 0,05$), что указывает на участие в развитии трендов одинаковых (однаправленных) показателей (рис. 4А). Приведенные данные могут также характеризовать валидность наших расчетов по определению средних прогнозируемых рисков нозологий.

Тренды рисков травм головы были конгруэнтны с рисками травм шеи и туловища ($r = 0,668$; $p < 0,05$) и рисками травм нижних конечностей ($r = 0,776$ при $p < 0,01$); риски травм шеи и туловища – с рисками травм нижних конечностей ($r = 0,716$ при $p < 0,05$), что указывает на влияние в развитии указанных травм одинаковых (однаправленных) показателей и, возможно, характеризует тяжесть

этих зарегистрированных случаев производственных травм (см. рис. 4Б).

Тренды рисков травм головы оказались статистически достоверно конгруэнтны с рисками травм груди ($r = 0,770$; $p < 0,01$), локтя и предплечья ($r = 0,673$; $p < 0,05$), тазобедренного сустава и бедра ($r = 0,708$; $p < 0,05$), голеностопного сустава и стопы ($r = 0,726$; $p < 0,05$). В свою очередь динамика рисков травм груди была конгруэнтна с рисками травм колена и голени ($r = 0,693$; $p < 0,05$) и голеностопного сустава и стопы ($r = 0,733$; $p < 0,05$), а риски травм тазобедренного сустава и бедра – с рисками травм локтя и предплечья ($r = 0,847$; $p < 0,01$) (см. рис. 4Б).

Полагаем, что травмы головы (сотрясение, ушиб головного мозга и пр.) могут сопровождаться потерей равновесия, создают условия для падения, в результате чего травмируются другие области тела. Известно, что травмы го-

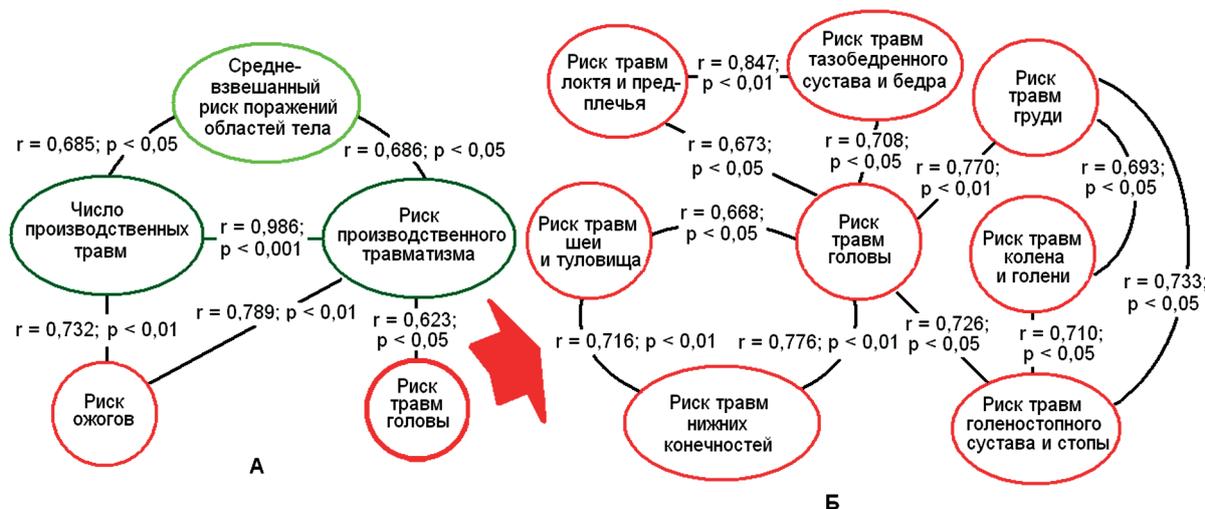


Рис. 4. Конгруэнтность трендов развития рисков нозологий и производственного травматизма (А), рисков травм головы и других областей тела (Б).

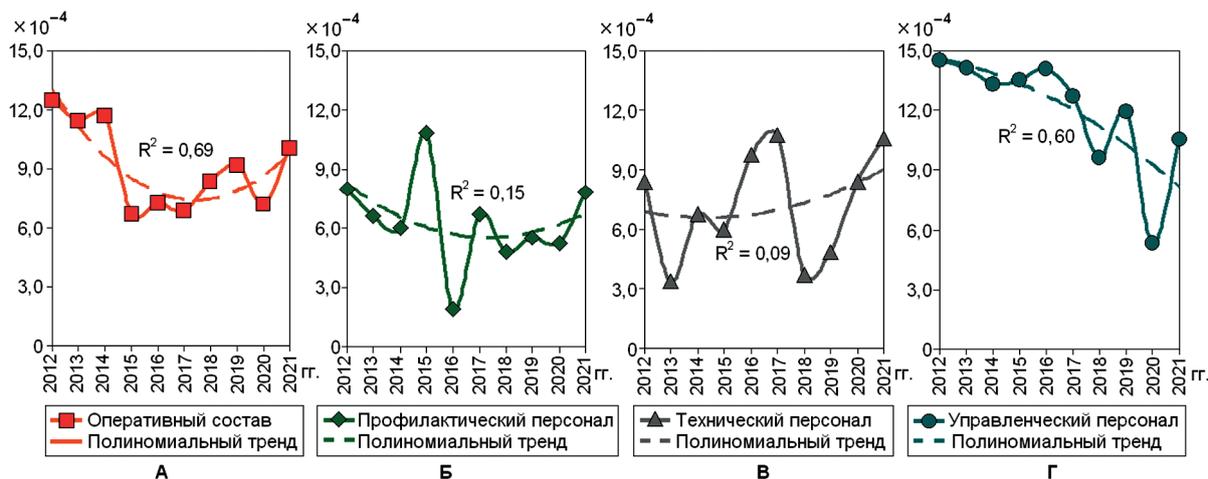


Рис. 5. Динамика рисков производственного травматизма оперативного состава (А), профилактического (Б), технического (В) и управленческого персонала ФПС МЧС России.

ловы с переломами костей конечностей и таза встречаются в 40–70% политравм. В структуре сочетанной травмы поражения головы встречаются в 70–80%, травмы конечностей – в 35–45%, травмы грудной клетки – в 40%, живота и костей таза – в 20%, позвоночника – в 5–10%. Достаточно часто у пострадавших наблюдаются сочетания травматических поражений двух анатомических областей.

Указанные корреляции в какой-то степени могут отражать морфологию и механизм образования телесных повреждений при производственном травматизме и требуют специального исследования, в том числе, для усовершенствования средств индивидуальной защиты пожарных.

2. Производственный травматизм категорий личного состава

В процессе выполнения служебных обязанностей в 2012–2021 гг. у оперативного состава учтены 416 травм у профилактического персонала – 92, у технического – 122, у управленческого – 357 травм. Среднегодовой уровень производственного риска травматизма у них составил $(9,12 \pm 0,69) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), $(6,36 \pm 0,74) \cdot 10^{-4}$, $(7,26 \pm 0,87) \cdot 10^{-4}$ и $(11,97 \pm 0,90) \cdot 10^{-4}$ соответственно. Неожиданно самый выраженный риск травматизма был не у оперативного персонала, который непосредственно участвует в тушении пожаров и ликвидации других ЧС, а у руководящего персонала. Вероятно, это связано с отсутствием сменного режима, ненормированным рабочим днем и частым участием управленческого персонала в пожаротушении. Например, 22.09.2016 г. в Москве во время пожара на складе пластиковой продук-

ции в результате обрушения кровли погибли 8 пожарных, в том числе, 2 руководящих сотрудника ФПС МЧС России Москвы.

На рис. 5 изображена динамика производственного травматизма категорий личного состава ФПС МЧС России. Полиномиальные тренды рисков травматизма при разных по значимости коэффициентах детерминации у оперативного состава и профилактического персонала напоминают U-кривые с тенденцией уменьшения данных в последний период наблюдения (см. рис. 5А, Б), у технического персонала – демонстрируют тенденции роста (см. рис. 5В), у управленческого персонала – уменьшение показателей (см. рис. 5Г).

В структуре травматизма наибольшую долю составляют травмы, полученные оперативным составом – 67,7% и управленческим персоналом – 20,2% (рис. 6). В динамике структуры

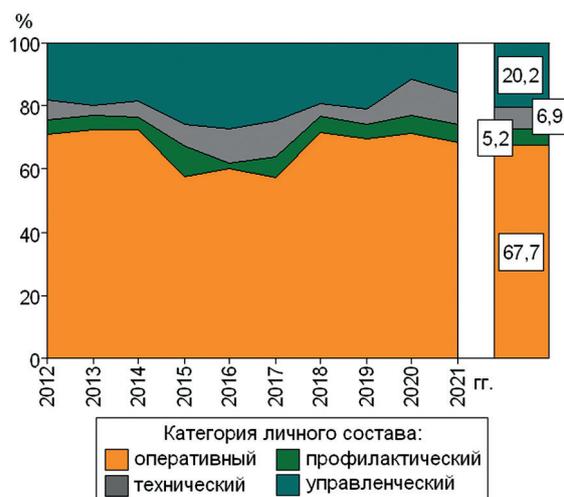


Рис. 6. Динамика структуры и структура производственных травм по категориям личного состава ФПС МЧС России.

выявлено увеличение доли травм у профилактического и технического персонала, уменьшение доли травм – у управленческого персонала. Отмечается определенная стабильность доли получения травм оперативным составом, при том что в 2015–2017 гг. она была минимальной (см. рис. 6).

В табл. 5 сведены показатели рисков производственного травматизма в зависимости от категорий личного состава ФПС МЧС России. У оперативного состава риск производственного травматизма в результате технических причин был $(0,10 \pm 0,04) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 1% от структуры травм у оперативного состава, организационных причин – $(0,87 \pm 0,12) \cdot 10^{-4}$ и 9,6%, психофизиологических – $(4,97 \pm 0,43) \cdot 10^{-4}$ и 54,5%, опасных факторов пожаров – $(3,18 \pm 0,24) \cdot 10^{-4}$ и 34,9% соответственно.

Среди обстоятельств получения травм у оперативного состава 1-й ранг значимости составили показатели личной неосторожности (например, падение пострадавшего и прочие обстоятельства) – $(3,53 \pm 0,33) \cdot 10^{-4}$ с долей 38,6% от структуры травм, 2-й ранг – обрушений, падений, обвалов строительных конструкций, предметов, материалов при пожаротушении – $(1,12 \pm 0,10) \cdot 10^{-4}$ и 12,3%, 3-й ранг – нарушений правил дорожного движения – $(0,91 \pm 0,16) \cdot 10^{-4}$ с долей 10% соответственно (см. табл. 5). В сумме перечисленные три обстоятельства образовали 60,9% от всех травм у оперативного персонала.

У профилактического персонала риск производственного травматизма в результате организационных причин был $(0,49 \pm 0,23) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 7,7% от структуры травм у профилактического персонала, психофизиологических – $(5,54 \pm 0,82) \cdot 10^{-4}$ и 87%, опасных факторов пожаров – $(0,34 \pm 0,18) \cdot 10^{-4}$ и 5,3% соответственно. Технических причин производственных травм у профилактического персонала не выявлено.

Среди обстоятельств получения травм у профилактического персонала 1-й ранг значимости составили также показатели личной неосторожности – $(3,03 \pm 0,49) \cdot 10^{-4}$ с долей 47,6% от структуры травм, 2-й – нарушений правил дорожного движения – $(1,74 \pm 0,31) \cdot 10^{-4}$ и 27,4%, 3-й ранг – психических и физических перенапряжений функций организма – $(0,76 \pm 0,30) \cdot 10^{-4}$ и 12% соответственно (см. табл. 5). Перечисленные три обстоятельства образовали 87% от структуры всех травм у профилактического персонала.

У технического персонала риск производственного травматизма в результате технических причин был минимальным – $(0,06 \pm 0,06) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 0,8% от структуры травм у технического персонала, организационных – $(0,94 \pm 0,25) \cdot 10^{-4}$ и 13%, психофизиологических – $(5,47 \pm 0,72) \cdot 10^{-4}$ и 75,4%, опасных факторов пожаров – $(0,78 \pm 0,26) \cdot 10^{-4}$ и 10,8% соответственно.

Среди обстоятельств получения травм у технического персонала 1-й ранг значимости составили также показатели личной неосторожности – $(3,07 \pm 0,63) \cdot 10^{-4}$ с долей 42,3% от структуры травм, 2-й – нарушений правил дорожного движения – $(2,04 \pm 0,35) \cdot 10^{-4}$ и 28,1%, 3-й ранг – недостатков в обучении безопасным приемам труда – $(0,60 \pm 0,16) \cdot 10^{-4}$ и 8,3% соответственно (см. табл. 5). В сумме перечисленные три обстоятельства образовали 78,7% от всех травм у технического персонала.

Риск производственного травматизма в результате технических причин у управленческого персонала был $(0,61 \pm 0,22) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 5,1% от структуры травм у руководящего персонала, организационных – $(1,37 \pm 0,29) \cdot 10^{-4}$ и 11,4%, психофизиологических – $(8,00 \pm 0,75) \cdot 10^{-4}$ и 66,9%, опасных факторов пожаров – $(1,99 \pm 0,26) \cdot 10^{-4}$ и 16,6% соответственно.

Среди обстоятельств получения травм у управленческого персонала 1-й ранг значимости составили также показатели личной неосторожности – $(4,77 \pm 0,65) \cdot 10^{-4}$ с долей 40% от структуры травм, 2-й – нарушений правил дорожного движения – $(2,39 \pm 0,43) \cdot 10^{-4}$ и 20%, 3-й ранг – воздействия неисправных предметов, деталей и машин, в результате организационных причин – $(0,93 \pm 0,29) \cdot 10^{-4}$ и 7,8% соответственно (см. табл. 5). Перечисленные три обстоятельства образовали 67,8% от структуры всех травм, полученных управленческим персоналом.

Более высокие риски производственного травматизма практически по всем обстоятельствам наблюдались у управленческого персонала, за исключением рисков, обусловленных опасными факторами пожаров, которые выявлены у оперативного состава. Статистически значимых различий в рисках травматизма профилактического и технического персонала не установлено (см. табл. 5).

Нозологии у категорий персонала. Соотношение числа нозологий и случаев производственных травм у оперативного состава, профилактического и управленческого пер-

Таблица 5

Риски производственного травматизма категорий личного состава ФПС МЧС России (2012–2021 гг.)

Причины травм	Обстоятельства травм	Категория личного состава												p <											
		оперативный (1)				профилактический (2)				технический (3)				управленческий (4)											
		(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг		(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг		(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг		(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг		1/2	1/3	1/4	2/3	2/4	3/4		
Технические	1.1.																								
	1.2.																								
	1.3.	0,06 ± 0,02	0,6	15-й																					
	1.4.	0,04 ± 0,02	0,4	16-й																					
Организационные	Всего	0,10 ± 0,04	1,0																						
	2.1.	0,09 ± 0,02	1,0	14-й																					
	2.2.	0,36 ± 0,09	4,0	8-9-й	0,07 ± 0,07	1,1	6-9-й																		
	2.3.	0,17 ± 0,04	1,9	13-й																					
	2.4.	0,24 ± 0,09	2,7	11-й	0,42 ± 0,21	6,6	4-й																		
	Всего	0,87 ± 0,12	9,6		0,49 ± 0,23	7,7																			
Психофизиологические	3.1.	3,53 ± 0,33	38,6	1-й	3,03 ± 0,49	47,6	1-й																		
	3.2.	0,91 ± 0,16	10,0	3-й	1,74 ± 0,31	27,4	2-й																		
	3.3.	0,36 ± 0,11	3,9	10-й	0,76 ± 0,30	12,0	3-й																		
	3.4.	0,18 ± 0,06	2,0	12-й																					
Опасные факторы пожаров	Всего	4,97 ± 0,43	54,5		5,54 ± 0,82	87,0																			
	4.1.	1,12 ± 0,10	12,3	2-й																					
	4.2.	0,49 ± 0,14	5,4	4-й	0,07 ± 0,07	1,1	6-9-й																		
	4.3.	0,39 ± 0,09	4,3	7-й																					
	4.4.	0,41 ± 0,08	4,5	5-й	0,07 ± 0,07	1,1	6-9-й																		
	4.5.	0,40 ± 0,11	4,4	6-й	0,13 ± 0,09	2,1	5-й																		
Итого	4.6.	0,36 ± 0,06	4,0	8-9-й	0,07 ± 0,07	1,0	6-9-й																		
	Всего	3,18 ± 0,24	34,9		0,34 ± 0,18	5,3																			
		9,12 ± 0,69	100,0		6,36 ± 0,74	100,0																			

Здесь и в табл. 6, 8–10: * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001.

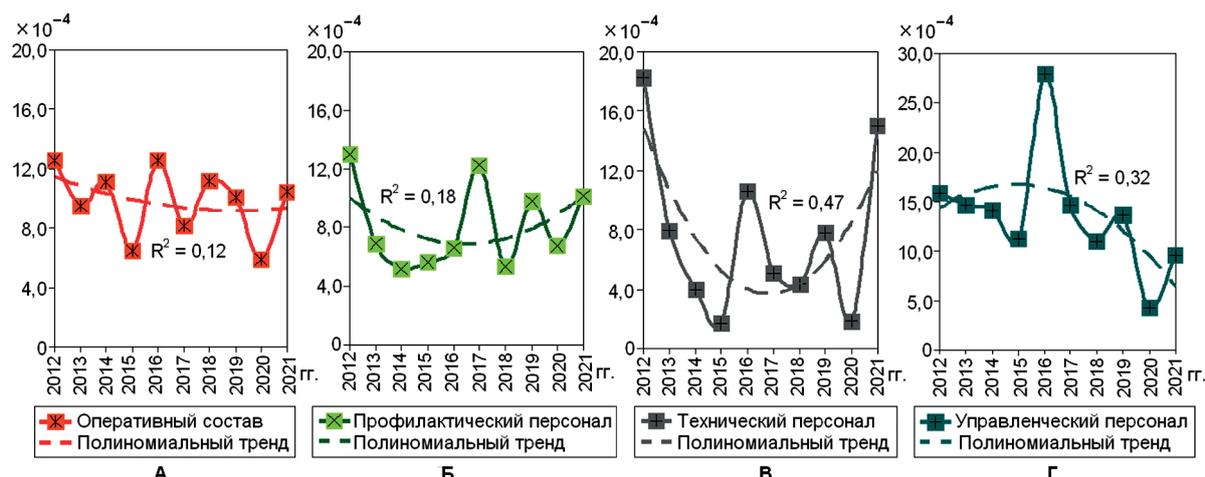


Рис. 7. Динамика общих рисков травмирования областей тела у оперативного состава (А), профилактического (Б), технического и управленческого (Г) персонала ФПС МЧС России при производственном травматизме (2012–2021 гг.).

сонала было 1,3, технического – 1,2 диагноза. Показатели нозологий при производственном травматизме категорий личного состава ФПС МЧС России показаны в табл. 6.

Общий риск травмирования областей тела у оперативного состава был $(9,79 \pm 0,73) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 80,3 % от структуры всех нозологий при внешних воздействиях, профилактического персонала – $(8,17 \pm 0,091) \cdot 10^{-4}$ и 95 %, технического – $(7,66 \pm 1,75) \cdot 10^{-4}$ и 88,9 %, управленческого – $(13,71 \pm 1,90) \cdot 10^{-4}$ и 84,1 % соответственно (см. табл. 6).

При очень низких коэффициентах детерминации полиномиальные тренды рисков травмирования областей тела у оперативного состава (рис. 7А), профилактического (см. рис. 7Б) и управленческого (см. рис. 7Г) персонала показывают тенденции уменьшения

данных, технического персонала – напоминают U-кривую (см. рис. 7В).

Риск ожогов при производственном травматизме оперативного состава был $(1,72 \pm 0,26) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 14,1 % от структуры всех нозологий при внешних причинах, у профилактического персонала – $(0,43 \pm 0,35) \cdot 10^{-4}$ и 5 %, технического – $(0,16 \pm 0,11) \cdot 10^{-4}$ и 1,9 % соответственно. Максимальный риск получения ожогов оказался у управленческого персонала с уровнем $(2,21 \pm 0,55) \cdot 10^{-4}$ и долей 13,6 % от структуры внешних воздействий у управленческого персонала (см. табл. 6).

При разных по значимости коэффициентах детерминации полиномиальные тренды динамики рисков получения ожогов у оперативного (рис. 8А) и управленческого персонала (см. рис. 8Г) напоминают U-кривые, профилакти-

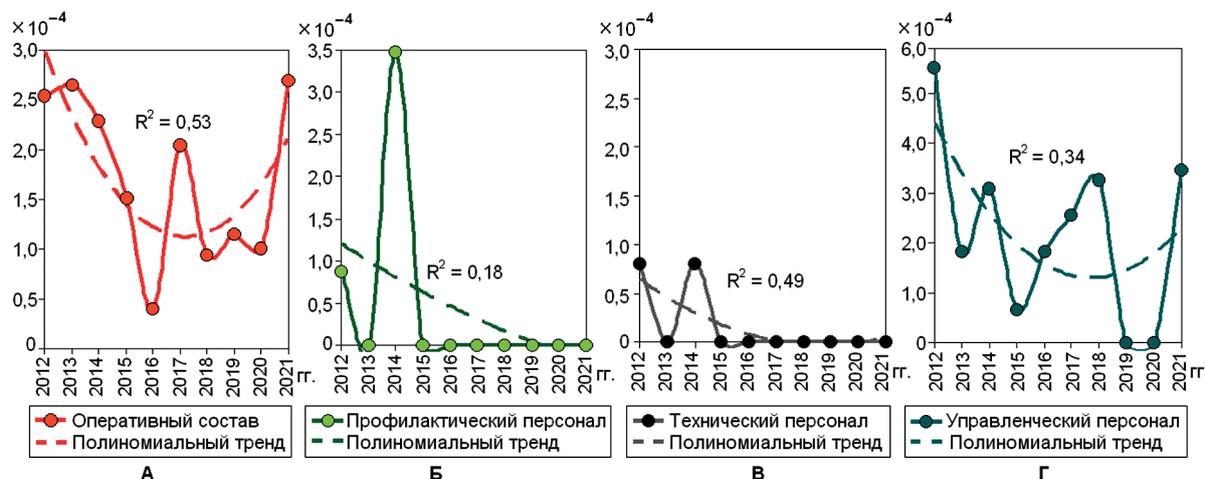


Рис. 8. Динамика рисков получения ожогов при производственном травматизме оперативным составом (А), профилактическим (Б), техническим (В) и управленческим (Г) персоналом ФПС МЧС России.

Таблица 6
Риски внешних воздействий на анатомические области тела у категорий личного состава ФПС МЧС России при производственном травматизме (2012–2021 гг.)

Группа по МКБ-10	Нозология	Категория личного состава												p <			
		оперативный (1)		профилактический (2)		технический (3)		управленческий (4)		1/2	1/3	1/4	2/3	2/4	3/4		
		(M ± m) · 10 ⁻⁴	ранг	(M ± m) · 10 ⁻⁴	ранг	(M ± m) · 10 ⁻⁴	ранг	(M ± m) · 10 ⁻⁴	ранг	%	%	%	%	%	%	%	
1-я	Травмы головы	2,30 ± 0,33	18,8	1-й	2,08 ± 0,51	24,1	1-й	1,42 ± 0,61	16,4	2-й	4,60 ± 1,05	28,2	1-й			*	
2-5-я	Травмы шеи и туловища, в том числе: • шеи • грудной клетки • живота, нижней части спины, поясничного отдела позвоночника и таза	2,01 ± 0,19	16,5	10-й	0,35 ± 0,20	4,1	8-й	0,12 ± 0,12	1,4	10-й	0,59 ± 0,15	3,6	7-8-й			*	
		1,06 ± 0,17	8,7	3-4-й	0,61 ± 0,19	7,1	6-й	0,38 ± 0,27	4,4	7-й	0,58 ± 0,22	3,6	7-8-й			*	
		0,81 ± 0,09	6,6	6-й	0,26 ± 0,19	3,0	10-й	0,25 ± 0,16	2,8	8-й	0,460,20	2,8	9-й			*	
5-7-я	Травмы плечевого пояса и верхних конечностей, в том числе: • плечевого пояса и плеча	2,25 ± 0,11	18,4	7-й	1,88 ± 0,37	21,9	9-й	0,55 ± 0,31	6,4	6-й	2,65 ± 0,46	16,2	6-й				
5-я		0,76 ± 0,09	6,2	7-й	0,35 ± 0,20	4,0	9-й	0,55 ± 0,31	6,4	6-й	0,76 ± 0,26	4,6	6-й				
6-я		0,67 ± 0,11	5,5	8-й	0,69 ± 0,38	8,0	5-й	0,84 ± 0,31	9,8	5-й	0,93 ± 0,32	5,7	5-й				
7-я		0,82 ± 0,11	6,7	5-й	0,85 ± 0,53	9,9	4-й	1,11 ± 0,35	12,9	4-й	0,96 ± 0,32	5,9	4-й				
8-10-я	Травмы тазобедренного сустава и нижних конечностей, в том числе: • области тазобедренного сустава и бедра	3,23 ± 0,29	26,5	3-4-й	2,98 ± 0,53	34,8	3-й	3,00 ± 0,80	34,8	3-й	4,84 ± 0,69	29,7	3-й				
8-я		0,43 ± 0,08	3,6	9-й	0,40 ± 0,16	4,6	7-й	0,20 ± 0,13	2,3	9-й	0,36 ± 0,16	2,2	10-й				
9-я		1,74 ± 0,22	14,3	2-й	1,39 ± 0,35	16,2	2-й	1,65 ± 0,50	19,2	1-й	3,12 ± 0,60	19,1	2-й				
10-я		1,06 ± 0,13	8,7	3-4-й	1,20 ± 0,38	14,0	3-й	1,15 ± 0,44	13,3	3-й	1,37 ± 0,29	8,4	3-й			*	
1-12-я	Сумма травм	9,79 ± 0,73	80,3		8,17 ± 0,91	95,0		7,66 ± 1,75	88,9		13,71 ± 1,90	84,1				**	
14-16-я	Ожоги	1,72 ± 0,26	14,1		0,43 ± 0,35	5,0		0,16 ± 0,11	1,9		2,21 ± 0,55	13,6				**	
19-я	Отравления	0,47 ± 0,11	3,8		0,79 ± 0,79	9,2		0,79 ± 0,79	9,2		0,27 ± 0,15	1,6				**	
20-я	Прочие (тепловой обморок)	0,22 ± 0,06	1,8								0,12 ± 0,08	0,7				**	
	Общий средневзвешенный риск поражений областей тела	12,19 ± 0,80	100,0		8,61 ± 0,91	100,0		8,61 ± 2,26	100,0		16,32 ± 2,09	100,0				**	

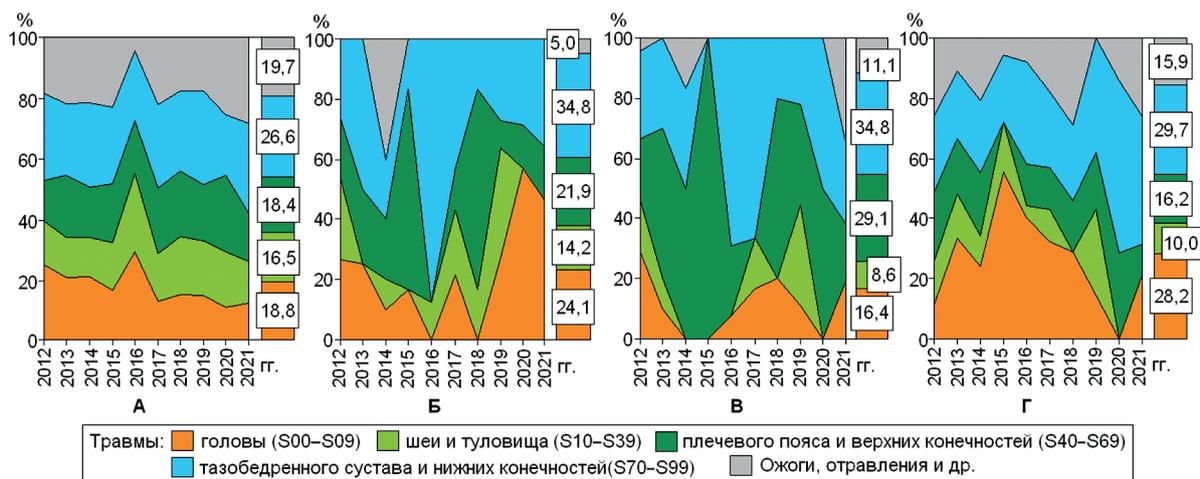


Рис. 9. Динамика структуры и структура поражений частей тела у оперативного состава (А), профилактического (Б), технического (В) и управленческого (Г) персонала ФПС МЧС России.

ческого (см. рис. 8Б) и технического персонала (см. рис. 8В) демонстрируют тенденции уменьшения данных.

На рис. 9 структура внешних воздействий представлена у категорий личного состава, показатели каждой из которых приняты за 100%. При сравнении внешних воздействий у категорий личного состава оказалось, что чаще всего травмы головы наблюдались у управленческого персонала (см. рис. 9Г), плечевого пояса и верхних конечностей – у профилактического персонала (см. рис. 9Б), тазобедренного сустава и нижних конечностей – у профилактического и технического персонала (см. рис. 9Б, В), ожоги и другие воздействия внешних причин – у оперативного состава и управленческого персонала (см. рис. 9А).

В динамике структуры внешних поражений у оперативного состава выявлено увеличение доли травм шеи и туловища, верхних конечностей, ожогов и отравлений продуктами горения, уменьшение – доли травм головы, определенная стабильность – доли травм нижних конечностей (см. рис. 9А); у профилактического персонала – увеличение доли травм головы и нижних конечностей, уменьшение – доли травм шеи и туловища и верхних конечностей (см. рис. 9Б); у технического персонала – увеличение доли травм головы и нижних конечностей, уменьшение – доли травм шеи, туловища и верхних конечностей (см. рис. 9В); у управленческого персонала – уменьшение доли травм головы, шеи и туловища, увеличение – доли травм верхних и нижних конечностей, ожогов и отравлений продуктами горения (см. рис. 9Г).

1–3-й ранги значимости поражений анатомических областей тела у категорий личного

состава при производственном травматизме совпали и составили половину от всех травмированных (см. табл. 6). Это были травмы головы (S00–S09), колена и голени (S80–S89) и области голеностопного сустава и стопы (S90–S99). Например, указанные травмы областей тела в сумме образовали 50,5% от всех травм у оперативного состава, 48,9% – у профилактического персонала, 48,9% – у технического, 55,7% – у управленческого.

При выполнении профессиональных обязанностей у оперативного состава по сравнению с профилактическим и техническим персоналом были статистически достоверно большие риски возникновения ожогов, отравлений продуктами горения, тепловых обмороков, травмирования живота, нижней части спины, поясничного отдела позвоночника и таза. У профилактического и технического персонала достоверных различий в травмировании областей тела не обнаружено. При выполнении профессиональных обязанностей у управленческого персонала по сравнению с профилактическим и техническим персоналом отмечались статистически достоверно большие риски внешних воздействий, в том числе, ожогов и суммарного риска травмирования частей и областей тела, а по сравнению с оперативным составом – травм шеи (см. табл. 6).

3. Причины производственного травматизма

В 2012–2021 гг. учтены 32 травмы, которые обуславливались техническими причинами, 178 – организационными, 1066 – психофизиологическими и 493 – опасными факторами пожаров. Среднегодовой уровень рисков производственного травматиз-

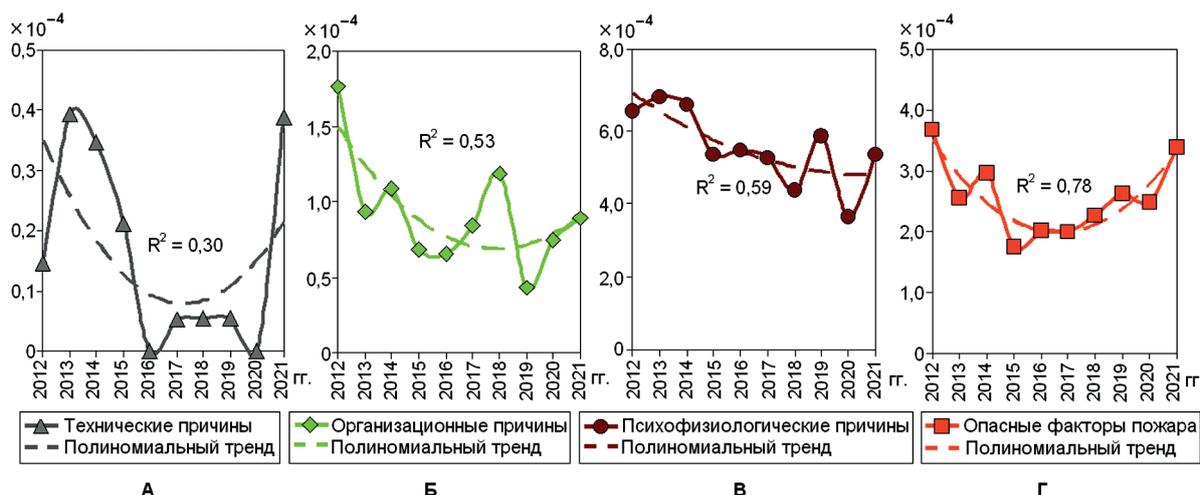


Рис. 10. Динамика рисков производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России от технических (А), организационных (Б), психофизиологических (В) причин и опасных факторов пожаров (Г).

ма от технических причин составил $(0,16 \pm 0,05) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), организационных – $(0,92 \pm 0,12) \cdot 10^{-4}$, психофизиологических – $(5,53 \pm 0,32) \cdot 10^{-4}$, опасных факторов пожаров – $(2,57 \pm 0,20) \cdot 10^{-4}$. Риск психофизиологических причин был статистически достоверно больше всех других проанализированных рисков возникновения производственного травматизма ($p < 0,001$).

На рис. 10 изображена динамика производственного травматизма по причинам травм. Полиномиальные тренды рисков травматизма при разных по значимости коэффициентах детерминации демонстрируют по техническим причинам (см. рис. 10А) и опасным факторам пожаров (см. рис. 10Б) U-кривую с минимальными данными в 2016–2018 гг., по организационным (см. рис. 10В) и психофизиологиче-

ским причинам (см. рис. 10Г) – уменьшение показателей.

В структуре наибольшую долю составляли травмы, обусловленные психофизиологическими причинами (личный фактор) – 60,3% и опасными факторами пожаров – 27,9% (рис. 11). В динамике структуры выявлено увеличение доли травм при опасных факторах пожаров, уменьшение доли – по психофизиологическим и организационным причинам. Травмы, обусловленные техническими причинами, отмечались только в начале и конце периода наблюдения, их доля составила 1,8% (см. рис. 11).

В табл. 7 сведены уровень и структура рисков производственного травматизма в зависимости от причин и обстоятельств получения травм у личного состава ФПС МЧС России. Оказалось, что 1-й ранг значимости травматизма составили показатели личной неосторожности (например, падение пострадавшего и прочие обстоятельства) с уровнем $(3,64 \pm 0,25) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) и долей 39,7% от структуры всех травм, 2-й ранг – нарушений правил дорожного движения – $(1,30 \pm 0,15) \cdot 10^{-4}$ и 14,2%, 3-й ранг – обрушений, падений, обвалов строительных конструкций, предметов, материалов при пожаротушении – $(0,85 \pm 0,07) \cdot 10^{-4}$ и 9,3%, 4-й ранг – воздействий неисправных предметов, деталей, машин и т.д., обусловленные организационными причинами, – $(0,42 \pm 0,10) \cdot 10^{-4}$ и 4,6%, 5-й ранг – взрывов газовых баллонов или газовой смеси из-за высокой температуры окружающей среды и огня – $(0,40 \pm 0,10) \cdot 10^{-4}$ и 4,4% соответственно (см. табл. 7). В сумме указанные пять обстоятельств составили 72,2% от всех травм.

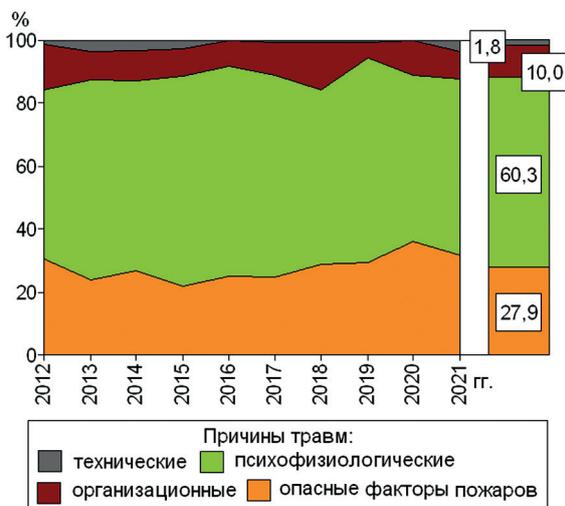


Рис. 11. Динамика структуры и структура производственного травматизма по причинам.

Таблица 7

Показатели рисков производственного травматизма в зависимости от причин травм

Причины травм	Обстоятельства	Уровень, $(M \pm m) \cdot 10^{-4}$	Структура, %	Ранг
Технические	1.1			
	1.2.	$0,03 \pm 0,02$	0,4	16–17-й
	1.3.	$0,09 \pm 0,04$	1,0	14-й
	1.4.	$0,04 \pm 0,02$	0,4	16–17-й
	Всего	$0,16 \pm 0,05$	1,8	
Организационные	2.1.	$0,07 \pm 0,02$	0,7	15-й
	2.2.	$0,42 \pm 0,10$	4,6	4-й
	2.3.	$0,13 \pm 0,03$	1,4	13-й
	2.4.	$0,31 \pm 0,09$	3,3	10-й
	Всего	$0,92 \pm 0,12$	10,0	
Психофизиологические	3.1.	$3,64 \pm 0,25$	39,7	1-й
	3.2.	$1,30 \pm 0,15$	14,2	2-й
	3.3.	$0,37 \pm 0,10$	4,1	6-й
	3.4.	$0,21 \pm 0,06$	2,3	12-й
	Всего	$5,53 \pm 0,32$	60,3	
Опасные факторы ЧС	4.1.	$0,85 \pm 0,07$	9,3	3-й
	4.2.	$0,40 \pm 0,10$	4,4	5-й
	4.3.	$0,35 \pm 0,08$	3,7	8-й
	4.4.	$0,33 \pm 0,05$	3,5	9-й
	4.5.	$0,37 \pm 0,10$	4,0	7-й
	4.6.	$0,27 \pm 0,05$	3,0	11-й
	Всего	$2,57 \pm 0,20$	27,9	
Итого		$9,19 \pm 0,54$	100,0	

Нозологии по причинам травматизма. Соотношение числа нозологий и травм при опасных факторах пожаров составило 1,5, психофизиологическим причинам – 1,3, организационным – 1,2, техническим – 1,1 диагноза.

Риск травмирования областей тела по техническим причинам был $(0,12 \pm 0,04) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 1% от структуры всех нозологий при внешних воздействиях, организационным – $(1,09 \pm 0,16) \cdot 10^{-4}$

и $9,1\%$, психофизиологическим – $(6,32 \pm 0,56) \cdot 10^{-4}$ и $52,8\%$, при опасных факторах пожаров – $(1,89 \pm 0,15) \cdot 10^{-4}$ и $16,6\%$ соответственно (табл. 8). При очень низких коэффициентах детерминации полиномиальные тренды рисков травмирования областей тела по организационным (рис. 12Б) и психофизиологическим (см. рис. 12В) причинам демонстрируют тенденции уменьшения показателей, при опасных факторах пожаров (см. рис. 12Г) –

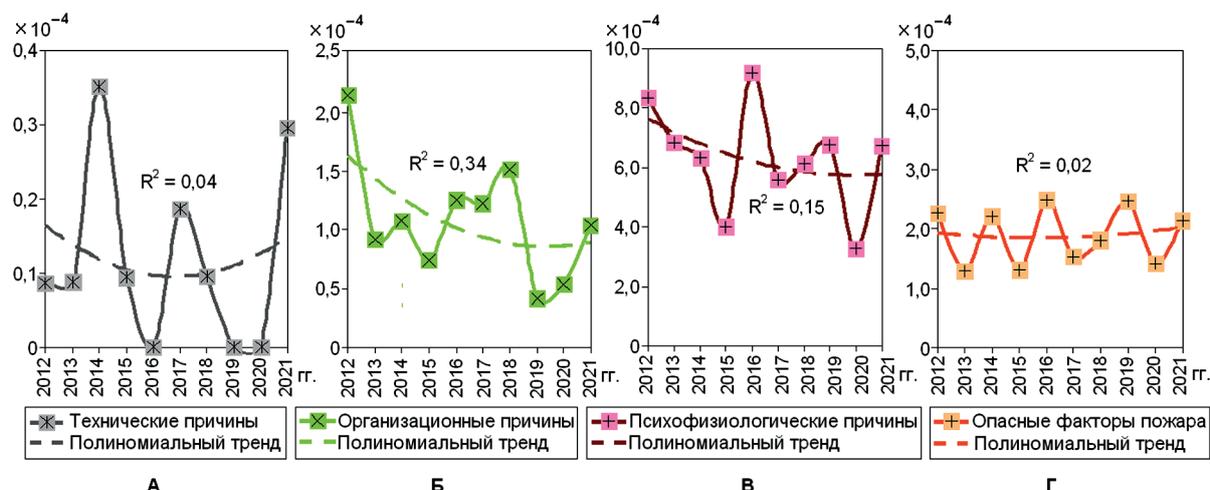


Рис. 12. Динамика рисков травмирования областей тела у личного состава ФПС МЧС России по техническим (А), организационным (Б), психофизиологическим (В) причинам производственных травм и при опасных факторах пожаров (Г).

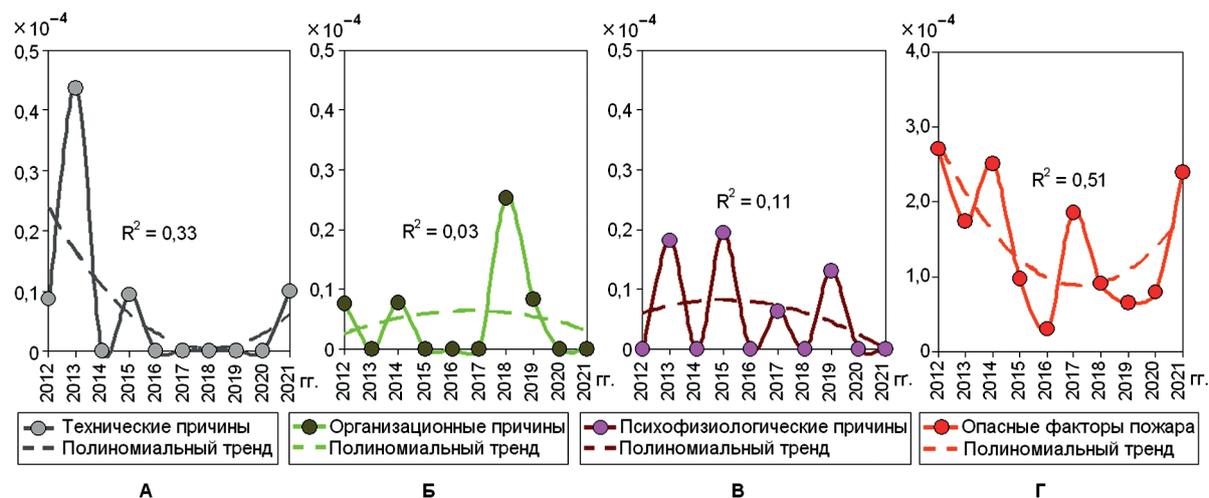


Рис. 13. Динамика рисков получения ожогов у личного состава ФПС МЧС России по техническим (А), организационным (Б), психофизиологическим (В) причинам травм и при опасных факторах пожаров (Г).

незначительный рост, по техническим причинам (см. рис. 12А) – U-кривую.

Как и следовало ожидать, максимальный риск ожогов наблюдался у личного состава ФПС МЧС России при пожаротушении. Среднегодовой риск получения ожогов по техническим причинам был $(0,07 \pm 0,04) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 0,6% от структуры всех нозологий по внешним причинам, организационным – $(0,05 \pm 0,03) \cdot 10^{-4}$ и 0,4%, психофизиологическим – $(0,06 \pm 0,03) \cdot 10^{-4}$ и 0,5%, при опасных факторах пожаров – $(1,49 \pm 0,27) \cdot 10^{-4}$ и 13,1% соответственно (см. табл. 8).

При разных по значимости коэффициентах детерминации полиномиальные тренды рисков получения ожогов по техническим (рис. 13А), организационным (см. рис. 13Б) и психофизиологическим (см. рис. 13В) причинам демонстрируют тенденции уменьшения показателей, при опасных факторах пожаров (см. рис. 13Г) – U-кривую с минимальными данными в 2016 г.

Среди поражений анатомических областей тела по организационным причинам производственного травматизма 1-й ранг значимости составили показатели рисков травм головы (S00–S09) с уровнем $(0,41 \pm 0,08) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) и долей 3,2% от структуры всех травм (n = 1769) при производственном травматизме, 2-й ранг – запястья и кисти (S60–S69) – $(0,23 \pm 0,05) \cdot 10^{-4}$ и 1,7%, 3-й ранг – колена и голени (S80–S89) – $(0,12 \pm 0,02) \cdot 10^{-4}$ и 1,0% соответственно (см. табл. 8). Указанные травмы областей тела в сумме образовали 5,9% от всех травм по всем причинам или 63,2% от травм по организационным причинам.

Среди поражений анатомических областей тела по психофизиологическим причинам производственного травматизма 1-й ранг значимости составили также показатели рисков травм головы (S00–S09) с уровнем $(1,45 \pm 0,20) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) и долей 12,1% от структуры всех травм, 2-й ранг – колена и голени (S80–S89) – $(1,28 \pm 0,17) \cdot 10^{-4}$ и 10,7%, 3-й ранг – области голеностопного сустава и стопы (S90–S99) – $(0,81 \pm 0,12) \cdot 10^{-4}$ и 6,8% соответственно (см. табл. 8). Перечисленные травмы областей тела в сумме образовали 29,6% от всех травм по всем причинам или 54,7% от травм по психофизиологическим причинам.

Среди поражений анатомических областей тела при производственном травматизме при опасных факторах пожаров 1-й ранг значимости составили также показатели рисков травм головы (S00–S09) с уровнем $(0,46 \pm 0,10) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) и долей 4,1% от структуры всех травм, 2-й ранг – области голеностопного сустава и стопы (S90–S99) – $(0,37 \pm 0,08) \cdot 10^{-4}$ и 3,2%, 3-й ранг – грудной клетки (S30–S39) – $(0,29 \pm 0,05) \cdot 10^{-4}$ и 2,5% соответственно (см. табл. 8). Перечисленные травмы трех анатомических областей тела в сумме образовали 9,8% от всех травм по всем причинам или 28,2% от структуры травм, которые были обусловлены опасными факторами пожаров. Следует также указать, что ожоги составили 13,1% от всех травм по всем причинам или 37,6% от травм в результате опасных факторов пожаров.

По психофизиологическим причинам (личный фактор) по сравнению с организационными причинами и опасными факторами пожаров выявлены статистически достоверно высокие

Таблица 8
 Риски внешних воздействий на анатомические области тела по причинам производственного травматизма (n = 1769) у личного состава ФПС МЧС России (2012–2021 гг.)

Группа по МКБ-10	Нозология	Причины травм										р <			
		технические		организационные (1)		психофизиологические (2)		опасные факторы пожаров (3)		1/2	1/3	2/3			
		(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг	(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг	(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг			
1-я	Травмы головы	0,06 ± 0,03	0,5	0,41 ± 0,08	3,2	1-й	1,45 ± 0,20	12,1	1-й	0,46 ± 0,10	4,1	1-й	***	***	**
2–5-я	Травмы шеи и туловища, в том числе: • шеи • грудной клетки • живота, нижней части спины, поясничного отдела позвоночника и таза	0,02 ± 0,01	0,2	0,13 ± 0,05	1,0		1,04 ± 0,13	8,7		0,54 ± 0,04	4,7		***	***	**
5–7-я	Травмы плечевого пояса и верхних конечностей, в том числе:	0,03 ± 0,01	0,2	0,33 ± 0,06	2,6		1,46 ± 0,10	12,2		0,32 ± 0,05	2,8		***	***	***
5-я	• плечевого пояса и плеча			0,06 ± 0,03	0,5	5–6-й	0,48 ± 0,08	4,0	6–7-й	0,13 ± 0,03	1,1	5-й	***	***	**
6-я	• локтя и предплечья			0,05 ± 0,03	0,4	7–10-й	0,51 ± 0,09	4,3	5-й	0,09 ± 0,04	0,8	9-й	***	***	**
7-я	• запястья и кисти			0,23 ± 0,05	1,7	2-й	0,48 ± 0,09	4,0	6–7-й	0,09 ± 0,03	0,9	6–8-й	*	*	**
8–10-я	Травмы тазобедренного сустава и нижних конечностей, в том числе:	0,01 ± 0,01	0,1	0,22 ± 0,03	1,9		2,37 ± 0,26	19,8		0,56 ± 0,07	5,0		***	***	***
8-я	• области тазобедренного сустава и бедра						0,27 ± 0,06	2,3	9-й	0,11 ± 0,03	0,9	6–8-й	**	**	**
9-я	• колена и голени			0,12 ± 0,02	1,0	3-й	1,28 ± 0,17	10,7	2-й	0,37 ± 0,08	3,2	2-й	***	*	*
10-я	• области голеностопного сустава и стопы			0,10 ± 0,03	0,9	4-й	0,81 ± 0,12	6,8	3-й	0,09 ± 0,03	0,8	6–8-й	***	***	***
1–12-я	Сумма травм	0,12 ± 0,04	1,0	1,09 ± 0,16	8,7		6,32 ± 0,56	52,8		1,89 ± 0,15	16,6		***	***	**
14–16-я	Ожоги	0,07 ± 0,04	0,6	0,05 ± 0,03	0,4	7–10-й	0,06 ± 0,03	0,5		1,49 ± 0,27	13,1		***	***	***
19-я	Отравления						0,08 ± 0,07	0,7		0,42 ± 0,09	3,7		***	***	*
20-я	Прочие (тепловой обморок)						0,01 ± 0,01	0,1		0,15 ± 0,04	1,4		*	*	**
	Суммарный риск внешних воздействий	0,19 ± 0,06	1,6	1,14 ± 0,17	9,5	7–10-й	6,47 ± 0,57	54,1		3,94 ± 0,32	34,8		***	***	**

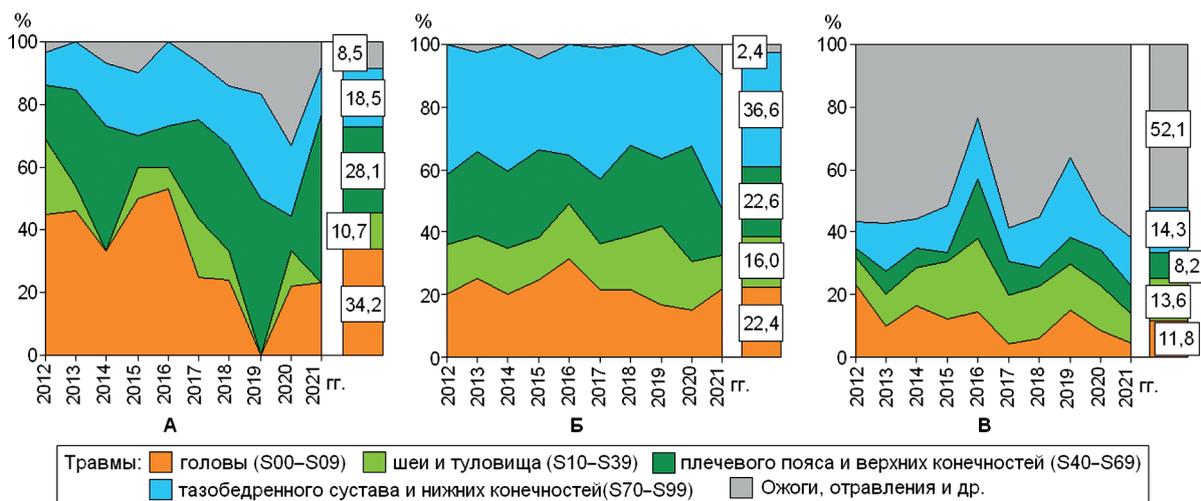


Рис. 14. Динамика структуры и структура поражений частей тела у личного состава ФПС МЧС России по организационным (А), психофизиологическим (Б) причинам и при опасных факторах пожаров (В).

риски поражений всех областей тела. Исключение составили риски ожогов, отравлений продуктами горения и тепловых обмороков, которые обуславливались опасными факторами пожаров, они были статистически достоверно большими (см. табл. 8).

На рис. 14 структура внешних воздействий представлена по причинам возникновения травм, показатели каждой из которых приняты за 100%. Построить динамику внешних воздействий по техническим причинам травм из-за малого их числа не представилось возможным. Оказалось, что чаще всего травмы головы наблюдались в структуре организационных причин (см. рис. 14А), тазобедренного сустава и нижних конечностей – по психофизиологическим причинам (см. рис. 14Б), ожогов и других воздействий внешних причин – при опасных факторах пожаров (см. рис. 14В).

В динамике структуры внешних воздействий по организационным причинам отмечается уменьшение доли травм головы, шеи и туловища, увеличение – доли травм плечевого сустава и верхних конечностей, тазобедренного сустава и нижних конечностей, ожогов и отравлений продуктами горения (см. рис. 14А).

В динамике структуры внешних воздействий по психофизиологическим причинам производственного травматизма выявлено уменьшение доли травм головы, увеличение – доли травм шеи и туловища, ожогов и отравлений продуктами горения, относительная стабильность – при травмах плечевого сустава и верхних конечностей, тазобедренного сустава и нижних конечностей (см. рис. 14Б).

Высокозначимой конгруэнтности показателей профессионального травматизма и рисков

нозологий не выявлено. В то же время, тренды рисков травм головы были статистически достоверно согласованы с рисками травм груди ($r = 0,785$; $p < 0,01$), локтя и предплечья ($r = 0,677$; $p < 0,05$), тазобедренного сустава и нижних конечностей ($r = 0,748$; $p < 0,01$), в том числе, с рисками травм области тазобедренного сустава и бедра ($r = 0,779$; $p < 0,01$), колена и голени ($r = 0,711$; $p < 0,05$).

В динамике структуры внешних воздействий при опасных факторах пожаров выявлено уменьшение доли травм головы, шеи и туловища, увеличение – доли травм плечевого сустава и верхних конечностей, определенная высокая стабильность доли – при ожогах, отравлениях продуктами горения и тепловых обмороках (см. рис. 14В).

По техническим причинам отмечается незначительное количество производственных травм и невысокое травмирование областей тела. По психофизиологическим причинам (личный фактор) по сравнению с организационными причинами и опасными факторами пожаров выявлены статистически достоверно высокие риски поражений всех областей тела. Исключение составили риски ожогов, отравлений продуктами горения и тепловых обмороков, они были статистически достоверно большими (см табл. 8).

4. Производственный травматизм по видам деятельности

В 2021–2021 гг. при оперативной деятельности личного состава ФПС МЧС России учтены 830 производственных травм, при учебно-спортивной – 279, при повседневной –

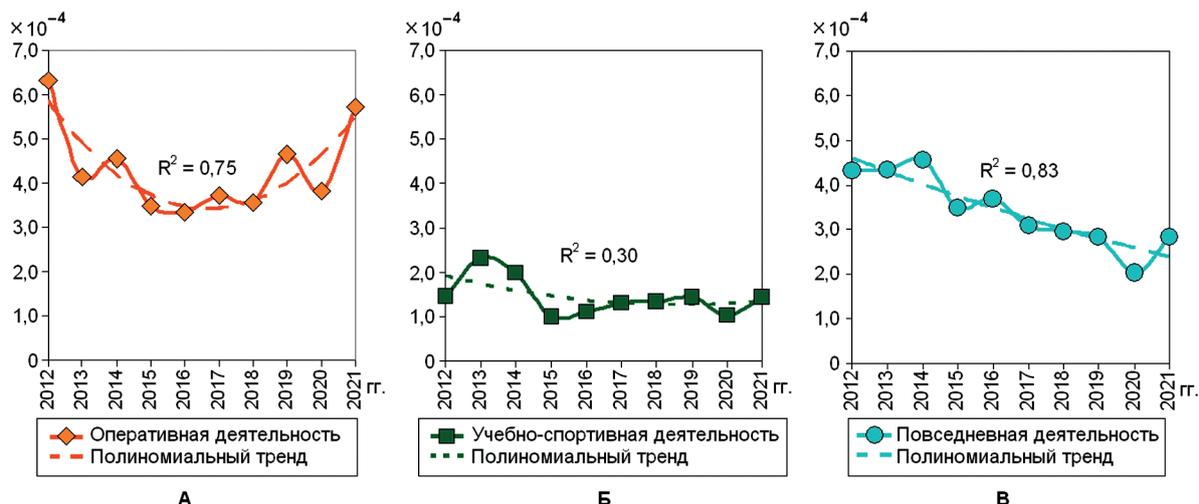


Рис. 15. Динамика рисков производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России при оперативной (А), учебно-спортивной (Б) и повседневной (В) деятельности.

660 травм. Уровень риска производственного травматизма при оперативной деятельности составил $(4,33 \pm 0,32) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), при учебно-спортивной – $(1,45 \pm 0,13) \cdot 10^{-4}$, при повседневной работе – $(3,41 \pm 0,26) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год). Как уже было отмечено, эти показатели были меньше, чем в опубликованных ранее работах за более длительный период [5].

На рис. 15 показана динамика рисков производственного травматизма. При разных по значимости коэффициентах детерминации полиномиальный тренд рисков травматизма при оперативной деятельности напоминает U-кривую с минимальными показателями в 2005–2018 гг., при учебно-спортивной и повседневной деятельности – уменьшение данных.

На рис. 16 показана динамика и структура производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России по видам деятельности. В структуре риска производственного травматизма 46,9% составляют травмы, полученные при оперативной деятельности, 15,8% – при учебно-спортивной и 37,3% – при повседневной работе. В динамике структуры отмечается увеличение доли травм, связанных с оперативной деятельностью, определенная стабильность доли – при учебно-спортивной деятельности и уменьшение показателей – при повседневной работе (см. рис. 16).

В табл. 9 сведены показатели рисков по видам деятельности у личного состава ФПС МЧС России за 10 лет. При оперативной деятельности риск производственного травматизма был самым большим в результате опасных факторов пожаров – $(2,57 \pm 0,20) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) и долей 27,8% от структуры всех

травм (n = 1769), полученных пожарными при пожаротушении и ликвидации других ЧС. Риск травматизма при учебно-спортивной деятельности составил $(1,45 \pm 0,13) \cdot 10^{-4}$ и 15,8%, при повседневной – $(3,41 \pm 0,26) \cdot 10^{-4}$ и 37,3% соответственно.

Среди обстоятельств травматизма при оперативной деятельности 1-й ранг значимости составили показатели личной неосторожности с уровнем $(1,27 \pm 0,12) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) и долей 13,8% от структуры всех травм, 2-й ранг – обрушений, падений, обвалов строительных конструкций, предметов, материалов при пожаротушении – $(0,85 \pm 0,07) \cdot 10^{-4}$ и 9,2%, 3-й ранг – взрывов газовых баллонов или газозооной смеси из-за высокой температуры окружающей среды и огня – $(0,40 \pm 0,10) \cdot 10^{-4}$ и 4,4% соответственно (см.

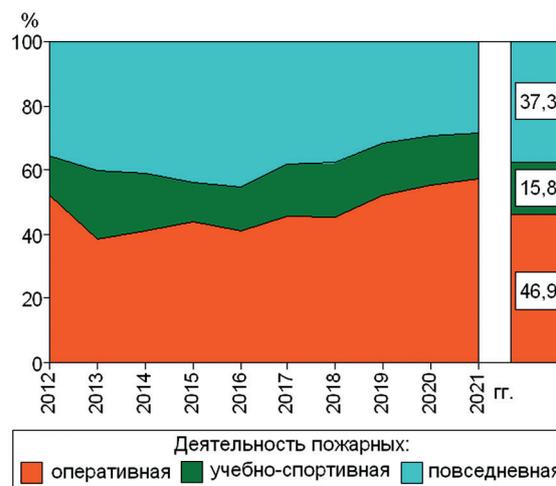


Рис. 16. Структура и динамика структуры производственного травматизма по видам деятельности.

Таблица 9
 Риски производственного травматизма (n = 1769) личного состава ФПС МЧС России при оперативной, учебно-спортивной и повседневной деятельности (2012–2021 гг.)

Причины травм	Обстоятельства травм	Деятельность												p <				
		оперативная (1)				учебно-спортивная (2)				повседневная (3)				1-2	1-3	2-3		
		(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг		(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг		(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг						
Технические	1.1.																	
	1.2.																	
	1.3.																	*
	1.4.																	*
Организационные	Всего																	**
	2.1.																	**
	2.2.																	*
	2.3.																	**
Психофизиологические	2.4.																	*
	Всего																	*
	3.1.																	*
	3.2.																	***
Опасные факторы пожаров	3.3.																	*
	3.4.																	***
	Всего																	***
	4.1.																	*
Итого	4.2.																	*
	4.3.																	***
	4.4.																	*
	4.5.																	***
Итого	4.6.																	***
	Всего																	*
	Итого																	***
	Итого																	***



Рис. 17. Динамика риска травмирования областей тела у личного состава ФПС МЧС России при оперативной (А), учебно-спортивной (Б) и повседневной (В) деятельности.

табл. 9). В сумме указанные три обстоятельства составили 27,4 % от всех травм.

При учебно-спортивной деятельности риск травматизма был также самым большим в результате психофизиологических причин – $(1,35 \pm 0,11) \cdot 10^{-4}$ с долей 14,7% от структуры всех травм, в том числе, по обстоятельствам, которые классифицировались как личная неосторожность с риском – $(0,98 \pm 0,10) \cdot 10^{-4}$ и долей 10,7% (см. табл. 9).

При повседневной деятельности самым выраженным был риск в результате психофизиологических причин – $(2,70 \pm 0,22) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 29,5% от структуры всех травм, организационных – $(0,55 \pm 0,08) \cdot 10^{-4}$ и 6%, технических – $(0,16 \pm 0,05) \cdot 10^{-4}$ и 1,8% соответственно (см. табл. 9).

1-й ранг значимости обстоятельств травм при повседневной деятельности составили показатели личной неосторожности с уровнем $(1,39 \pm 0,14) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) и долей 15,3% от структуры всех травм, 2-й ранг – нарушений правил дорожного движения – $(1,21 \pm 0,14) \cdot 10^{-4}$ и 13,2%, 3-ранг – воздействия неисправных предметов, деталей и машин по организационным причинам – $(0,31 \pm 0,08) \cdot 10^{-4}$ и 3,4% соответственно (см. табл. 9). В сумме они образовали 31,9% от структуры всех производственных травм, полученных пожарными.

Нозологии по видам деятельности. Общий средневзвешанный риск поражений областей тела при оперативной деятельности был $(6,14 \pm 0,41) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), при учебно-спортивной – $(1,67 \pm 0,18) \cdot 10^{-4}$, повседневной деятельности – $(4,49 \pm 0,48) \cdot 10^{-4}$.

Риск травмирования областей тела при оперативной деятельности составил $(4,15 \pm 0,35) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год)

с долей 34,7% от всех внешних воздействий или 67,6% от всех поражений при оперативной деятельности, при учебно-спортивной – $(1,67 \pm 0,18) \cdot 10^{-4}$ и 14% от всех внешних воздействий или 100% от всех поражений при учебно-спортивной деятельности, повседневной – $(4,25 \pm 0,45) \cdot 10^{-4}$ и 32,8% от всех внешних воздействий или 94,6% от всех поражений при повседневной деятельности. На рис. 17 показана динамика риска травмирования областей тела. При низких коэффициентах детерминации полиномиальные тренды показывают при оперативной и повседневной деятельности тенденции уменьшения данных (см. рис. 17А, Б), при учебно-спортивной – незначительный рост показателей (см. рис. 17Б).

Суммарный риск внешних воздействий (ожоги, отравления продуктами горения и тепловые обмороки) при оперативной деятельности составил $(1,99 \pm 0,34) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 16,6% от всех внешних воздействий или 32,4% от всех поражений при оперативной деятельности, при учебно-спортивной – других внешних воздействий не зафиксировано, при повседневной – $(0,25 \pm 0,09) \cdot 10^{-4}$ и 1,9% от всех внешних воздействий или 5,4% от всех поражений при повседневной деятельности.

Динамика суммарного риска внешних воздействий при оперативной деятельности изображена на рис. 18А, повседневной – см. рис. 18Б. При разных по значимости коэффициентах детерминации полиномиальные тренды напоминают U-кривые с минимальными показателями в 2016 г.

Структура и динамика структуры рисков травмирования частей тела и других внешних воздействий по видам профессиональной де-

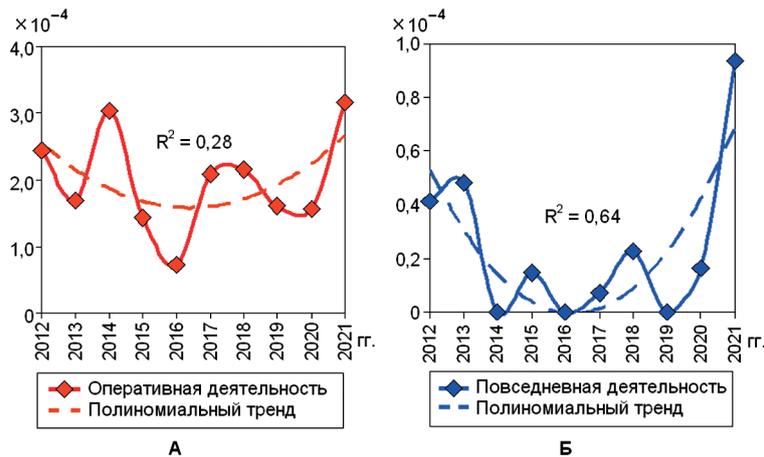


Рис. 18. Динамика суммарного риска ожогов, отравлений продуктами горения и другими внешними воздействиями у личного состава ФПС МЧС России при оперативной (А) и повседневной (Б) деятельности.

ятельности показана на рис. 19. Как и следовало ожидать, больше всего в структуре производственного травматизма при оперативной деятельности (пожаротушение и ликвидация других ЧС) наблюдалось ожогов, отравлений продуктами горения и тепловых обмороков (32,4%), при учебно-спортивной деятельности – травм тазобедренного сустава и нижних конечностей (58,8%), при повседневной деятельности – травм тазобедренного сустава и нижних конечностей (27,4%) и травм плечевого пояса и верхних конечностей (22%).

В динамике структуры внешних воздействий у оперативного состава отмечается увеличение рисков ожогов, отравлений продуктами горения и тепловых обмороков, травм шеи и туловища, уменьшение – доли рисков травм головы, тазобедренного сустава и нижних конечностей, относительно равномерная ди-

намика – доли рисков травм плечевого пояса и верхних конечностей (см. рис. 19А).

При учебно-спортивной деятельности отмечается увеличение доли рисков травм шеи и туловища, верхних конечностей, уменьшение – доли рисков травм головы, плечевого пояса и верхних конечностей (см. рис. 19Б).

При повседневной деятельности выявлено увеличение доли риска травм верхних и нижних конечностей и ожогов, уменьшение – доли риска травм головы, шеи и туловища (см. рис. 19В).

При оперативной деятельности (пожаротушение и ликвидация других ЧС) средневзвешенный риск поражений областей тела составил $(6,14 \pm 0,41) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 51,3% от структуры всех производственных травм ($n = 1769$), в том числе, риск травмирования – $(4,15 \pm 0,35) \cdot 10^{-4}$ и 34,7%,

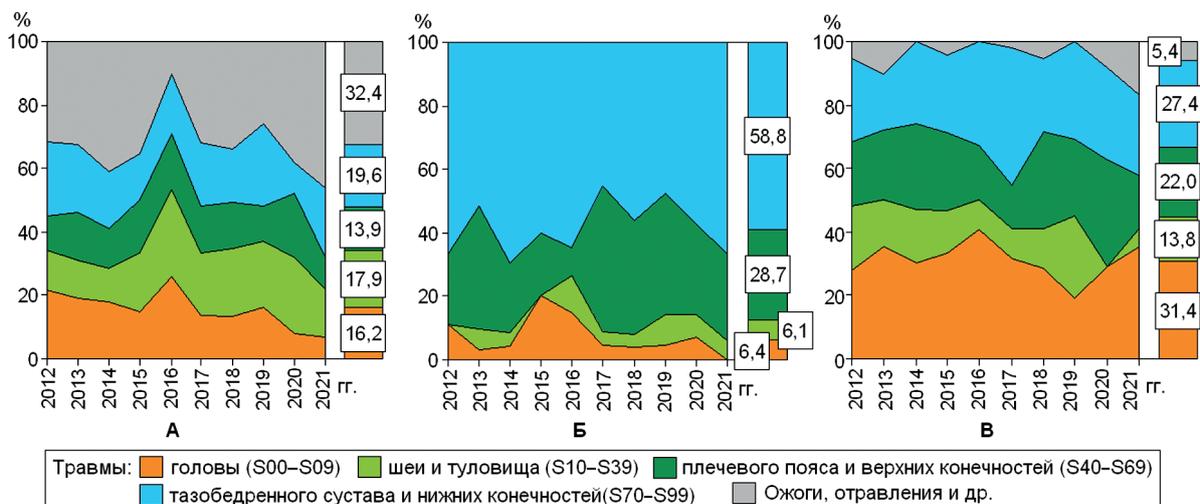


Рис. 19. Динамика структуры и структура поражений частей тела у личного состава ФПС МЧС России при пожаротушении (А), учебно-спортивной (Б) и повседневной (В) деятельности.

ожогов – $(1,41 \pm 0,24) \cdot 10^{-4}$ и 11,8%, отравлений продуктами горения – $(0,40 \pm 0,09) \cdot 10^{-4}$ и 3,3%, тепловых обмороков – $(0,18 \pm 0,04) \cdot 10^{-4}$ и 1,5% соответственно (табл. 10).

При оперативной деятельности 1-й ранг значимости рисков поражений анатомических частей тела составили показатели травм головы (S00–S09 по МКБ-10) с уровнем $(0,99 \pm 0,15) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) и долей 8,3% от структуры всех травм, 2-й ранг – колена и голени (S80–S89) – $(0,70 \pm 0,12) \cdot 10^{-4}$ и 5,9%, 3-й ранг – грудной клетки (S20–S29) – $(0,58 \pm 0,11) \cdot 10^{-4}$ и 4,8 (см. табл. 10). В сумме указанные травмы частей тела составили 19% от структуры всех внешних воздействий у личного состава ФПС МЧС России.

При учебно-спортивной деятельности средневзвешенный риск поражений областей тела и средний риск травмирования были одинаковыми и составили $(1,67 \pm 0,18) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 14% от структуры всех производственных травм ($n = 1769$). Других внешних воздействий при этом виде деятельности не выявлено (см. табл. 10).

1-й ранг значимости рисков поражений анатомических частей тела при учебно-спортивной деятельности составили показатели травм колена и голени (S80–S89) – $(0,59 \pm 0,11) \cdot 10^{-4}$ и 4,9%, 2-й ранг – области голеностопного сустава и стопы (S90–S99) – $(0,35 \pm 0,05) \cdot 10^{-4}$ и 2,9%, 3-й ранг – локтя и предплечья (S50–S59) – $(0,20 \pm 0,05) \cdot 10^{-4}$ и 1,6% соответственно (см. табл. 10). В сумме указанные травмы частей тела составили 9,4% от структуры всех внешних воздействий у личного состава ФПС МЧС России.

При повседневной деятельности средневзвешенный риск поражений областей тела составил $(4,49 \pm 0,48) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 34,7% от структуры всех производственных травм, в том числе, риск травмирования – $(4,25 \pm 0,45) \cdot 10^{-4}$ и 32,8%, ожогов – $(0,14 \pm 0,06) \cdot 10^{-4}$ и 1,1%, отравлений продуктами горения – $(0,08 \pm 0,08) \cdot 10^{-4}$ и 0,6%, тепловых обмороков – $(0,02 \pm 0,02) \cdot 10^{-4}$ и 0,2% соответственно (см. табл. 10).

1-й ранг значимости рисков поражений анатомических частей тела при повседневной деятельности составили показатели травм головы (S00–S09 по МКБ-10) с уровнем $(1,41 \pm 0,18) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) и долей 10,9% от структуры всех травм, 2-й ранг – колена и голени (S80–S89) – $(0,58 \pm 0,12) \cdot 10^{-4}$ и 4,4%, 3-й ранг – запястья и кисти (S60–S69) – $(0,47 \pm 0,08) \cdot 10^{-4}$ и 3,6% соответственно (см.

табл. 10). В сумме указанные травмы частей тела составили 18,9% от структуры всех внешних воздействий у личного состава ФПС МЧС России.

Статистически достоверно меньшие риски внешних поражений практически во всех областях тела выявлены при учебно-спортивной деятельности по сравнению с оперативной и повседневной. При оперативной деятельности по сравнению с повседневной отмечались статистически достоверно большие риски отравлений продуктами горения, а также риски травм шеи и туловища, в том числе, травм грудной клетки и живота, нижней части спины, поясничного отдела позвоночника и таза (см. табл. 10), что вполне согласовывалось с генезисом (морфология и механизм) травмирования в зависимости от рода деятельности.

Заключение

1. За 10 лет у личного состава ФПС МЧС России учтены 1769 травм, связанных с исполнением служебных обязанностей. Уровень производственного травматизма пожарных составил $(9,19 \pm 0,54) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), что было статистически достоверно меньше ($p < 0,001$), чем у мужчин-работников по экономике России – $(16,50 \pm 1,09) \cdot 10^{-4}$. На каждый случай травмы в среднем в общем массиве приходилось 1,3 диагноза, в том числе, при пожаротушении и ликвидации последствий других ЧС – 1,4, при учебно-боевой деятельности – 1,1, при повседневной деятельности – 1,3 диагноза. Средневзвешенный риск поражений областей тела составил $(11,96 \pm 0,89) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), в том числе, риск травмирования областей тела – $(10,01 \pm 0,83) \cdot 10^{-4}$ с долей 83,6% от структуры всех поражений, ожогов – $(1,39 \pm 0,23) \cdot 10^{-4}$ и 11,6%, отравлений продуктами горения – $(0,39 \pm 0,09) \cdot 10^{-4}$ и 3,3%, тепловых обмороков – $(0,18 \pm 0,04) \cdot 10^{-4}$ и 1,5% соответственно.

2. В общем массиве личного состава ФПС МЧС России 1-й ранг значимости поражений анатомических областей тела при производственном травматизме образовали риски травм головы (S00–S09 по МКБ-10) с уровнем $(2,49 \pm 0,32) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) и долей 20,8% от структуры всех производственных травм, 2-й ранг – колена и голени (S80–S89) – $(1,87 \pm 0,24) \cdot 10^{-4}$ и 15,6%, 3-й ранг – области голеностопного сустава и стопы (S90–S99) – $(1,11 \pm 0,15) \cdot 10^{-4}$ и 9,3%, 4-й ранг – грудной клетки (S20–S29) – $(0,91 \pm 0,13) \cdot 10^{-4}$ и 7,6%, 5-й ранг – запястья и кисти

Таблица 10

Риски внешних воздействий на анатомические части и области тела при производственном травматизме (n = 1769) по видам деятельности у личного состава ФПС МЧС России (2012–2021 гг.)

Группа	Название	Деятельность												p <		
		оперативная (1)			учебно-спортивная (2)			повседневная (3)			1/2	1/3	2/3			
		(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг	(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг	(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг						
1-я	Травмы головы	0,99 ± 0,15	8,3	1-й	0,11 ± 0,03	0,9	6-й	1,41 ± 0,18	10,9	1-й	***	***	***			
2–5-я	Травмы шеи и туловища, в том числе: • шеи • грудной клетки • живота, нижней части спины, поясничного отдела позвоночника и таза	1,10 ± 0,12	9,2	1-й	0,10 ± 0,03	0,9	6-й	0,62 ± 0,14	4,8	1-й	***	*	**			
		0,06 ± 0,02	0,5	10-й	0,01 ± 0,01	0,1	10-й	0,15 ± 0,05	1,1	10-й			*			
		0,58 ± 0,11	4,8	3-й	0,07 ± 0,03	0,6	7-й	0,28 ± 0,07	2,2	5-й	**	*	*			
		0,47 ± 0,05	3,9	4-й	0,02 ± 0,01	0,2	9-й	0,19 ± 0,04	1,5	8–9-й	***	**	**			
5–7-я	Травмы плечевого пояса и верхних конечностей, в том числе: • плечевого пояса и плеча • локтя и предплечья • запястья и кисти	0,85 ± 0,05	7,1	5-й	0,48 ± 0,08	4,0	8-й	0,99 ± 0,10	7,7	6-й	**	**	**			
5-я		0,34 ± 0,07	2,8	5-й	0,11 ± 0,04	1,0	5-й	0,27 ± 0,04	2,1	6-й	*	*	*			
6-я		0,26 ± 0,05	2,2	7-й	0,20 ± 0,05	1,6	3-й	0,25 ± 0,05	2,0	7-й						
7-я		0,25 ± 0,06	2,1	8-й	0,17 ± 0,04	1,4	4-й	0,47 ± 0,08	3,6	3-й			*			
8–10-я	Травмы тазобедренного сустава и нижних конечностей, в том числе: • области тазобедренного сустава и бедра • колена и голени • области голеностопного сустава и стопы	1,20 ± 0,14	10,1	5-й	0,98 ± 0,13	8,2	8-й	1,23 ± 0,14	9,4	8–9-й	**	**	**			
8-я		0,19 ± 0,03	1,6	9-й	0,04 ± 0,02	0,4	8-й	0,20 ± 0,05	1,5	8–9-й	**	**	**			
9-я		0,70 ± 0,12	5,9	2-й	0,59 ± 0,11	4,9	1-й	0,58 ± 0,12	4,4	2-й						
10-я		0,27 ± 0,06	2,6	6-й	0,35 ± 0,05	2,9	2-й	0,45 ± 0,06	3,5	4-й						
1–12-я	Сумма травм	4,15 ± 0,35	34,7		1,67 ± 0,18	14,0		4,25 ± 0,45	32,8		***	***	***			
14–16-я	Ожоги	1,41 ± 0,24	11,8					0,14 ± 0,06	1,1							
19-я	Отравления	0,40 ± 0,09	3,3					0,08 ± 0,08	0,6		***	***	*			
20-я	Прочие (тепловой обморок и др.)	0,18 ± 0,04	1,5					0,02 ± 0,02	0,2		**	*	*			
	Суммарный риск поражений частей тела	6,14 ± 0,41	51,3		1,67 ± 0,18	14,0		4,49 ± 0,48	34,7		***	***	*			

(S40–S49) – $(0,88 \pm 0,07) \cdot 10^{-4}$ и 7,4% соответственно. Указанные травмы областей тела в сумме составили 60,7% от структуры всех внешних воздействий при производственном травматизме.

3. Конгруэнтность трендов средневзвешанного риска поражений областей тела, риска производственного травматизма и числа производственных травм – положительная и статистически значимая ($r = 0,685$ и $r = 0,686$ при $p < 0,05$ для обоих показателей), указанных двух показателей производственного травматизма и риска ожогов – высокая ($r = 0,789$ и $r = 0,733$ при $p < 0,01$ для обоих показателей); числа производственных травм и травм головы – средняя ($r = 0,630$ при $p < 0,05$), что указывает на участие в развитии трендов одинаковых (однаправленных) показателей. Приведенные данные могут также характеризовать валидность наших расчетов по определению средневзвешенных прогнозируемых рисков нозологий. В генезисе поражений областей тела у пожарных при производственном травматизме ведущее место отводится травмам головы, которые способствуют потере равновесия и создают условия для падения, в результате чего травмируются другие области тела.

4. Среднегодовой уровень риска производственного травматизма оперативного состава составил $(9,12 \pm 0,69) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), профилактического персонала – $(6,36 \pm 0,74) \cdot 10^{-4}$, технического – $(7,26 \pm 0,87) \cdot 10^{-4}$, управленческого – $(11,97 \pm 0,90) \cdot 10^{-4}$ соответственно. Средневзвешенный риск поражений областей тела у оперативного состава был $(12,19 \pm 0,80) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), профилактического персонала – $(8,61 \pm 0,091) \cdot 10^{-4}$, технического – $(8,61 \pm 2,26) \cdot 10^{-4}$, управленческого – $(16,32 \pm 2,09) \cdot 10^{-4}$. 1–3-й ранги значимости поражений анатомических областей тела у категорий личного состава при производственном травматизме совпали. Это были травмы головы (S00–S09), колена и голени (S80–S89) и области голеностопного сустава и стопы (S90–S99). Указанные травмы областей тела в сумме у оперативного состава были 50,5% от всех травм, у профилактического персонала – 48,9%, у технического – 48,9%, у управленческого – 55,7%.

5. Среднегодовой уровень рисков производственного травматизма по техническим причинам составил $(0,16 \pm 0,05) \cdot 10^{-4}$ травм/(чело-

век · год), организационным – $(0,92 \pm 0,12) \cdot 10^{-4}$, психофизиологическим – $(5,60 \pm 0,32) \cdot 10^{-4}$, по опасным факторам пожаров – $(2,57 \pm 0,20) \cdot 10^{-4}$. Средневзвешенный риск поражений областей тела по техническим причинам был $(0,19 \pm 0,06) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 1,6% от структуры всех нозологий при внешних воздействиях, организационным – $(1,14 \pm 0,17) \cdot 10^{-4}$ и 9,5%, психофизиологическим – $(6,47 \pm 0,57) \cdot 10^{-4}$ и 54,1%, опасным факторам пожаров – $(3,94 \pm 0,32) \cdot 10^{-4}$ и 34,8% соответственно. По техническим причинам отмечаются незначительное количество производственных травм и невысокое поражение областей тела. По психофизиологическим причинам (личный фактор) по сравнению с организационными причинами и опасными факторами пожаров выявлены статистически достоверно высокие риски поражений всех областей тела. Исключение составили риски ожогов, отравлений продуктами горения и тепловых обмороков, которые обуславливались опасными факторами пожаров, они были статистически достоверно большими по сравнению с другими причинами производственного травматизма.

6. Уровень риска производственного травматизма при оперативной деятельности составил $(4,33 \pm 0,32) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), при учебно-спортивной – $(1,45 \pm 0,13) \cdot 10^{-4}$, при повседневной работе – $(3,41 \pm 0,26) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год). Средневзвешенный риск поражений областей тела при оперативной деятельности был $(6,14 \pm 0,41) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), при учебно-спортивной – $(1,67 \pm 0,18) \cdot 10^{-4}$, повседневной деятельности – $(4,49 \pm 0,48) \cdot 10^{-4}$. Статистически достоверно меньшие риски внешних поражений практически во всех областях тела выявлены при учебно-спортивной деятельности по сравнению с оперативной и повседневной. При оперативной деятельности по сравнению с повседневной отмечались статистически достоверно большие риски отравлений продуктами горения, а также риски травм шеи и туловища, в том числе, грудной клетки, живота, нижней части спины, поясничного отдела позвоночника и таза и, соответственно, средневзвешенные риски поражений частей тела.

7. Анализ всех травм с участием руководителей, специалистов по охране труда, пожарных, инженеров и врачей поможет выявить причины травм, механизм их возникновения и разработать меры по профилактике производственного травматизма.

Литература

1. Алексанин С.С., Бобринев Е.В., Евдокимов В.И., Кондашов А.А., Санников М.В., Харин В.В. Заболеваемость с потерями у сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России (1996–2015 гг.) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2018. № 1. С. 5–18. DOI: 10.25016/2541-7487-2018-0-1-05-18.
2. Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М. Анализ временных рядов и прогнозирование. М. : Финансы и статистика : Инфра-М, 2015. 320 с.
3. Ворошилов С.П., Ворошилов А.С. Травматизм. Функция распределения степени тяжести вреда здоровью среди работников // Безопасность и охрана труда. 2014. № 3. С. 55–59.
4. 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 ; Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб. : Политехника-принт, 2019. 167 с. (Серия «Заболеваемость военнослужащих» ; вып. 7).
5. Евдокимов В.И., Бобринев Е.В., Кондашов А.А. Анализ производственного травматизма и гибели личного состава Федеральной противопожарной службы МЧС России (2006–2020 гг.) : монография / науч. ред. В.И. Евдокимов ; Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России. СПб. : Измайловский, 2022. 138 с. (Серия «Заболеваемость военнослужащих» ; вып. 18).
6. 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.
7. Кондашов А.А., Удавцова Е.Ю., Маштаков В.А. [и др.]. Оценка допустимого риска травмирования личного состава Федеральной противопожарной службы МЧС России // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2021. № 1. С. 40–49. DOI: 10.25016/2541-7487-2021-0-1-40-49.
8. Матюшин А.В., Порошин А.А., Харин В.В. [и др.]. Факторный подход к оценке травматизма пожарных // Актуальные проблемы пожарной безопасности : материалы XXVII междунар. науч.-практ. конф. : в 3 ч. М., 2015. Ч. 3. С. 222–227.
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, опубл. 13.07.2015; заявка № 2015620391, 17.04.2015; правообладатель: Всерос. науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны МЧС России.
10. Файнбург Г.З. Санитарно-гигиеническое нормирование производственных факторов как объективная исходная основа управления рисками // Безопасность и охрана труда. 2015. № 2 (63). С. 17–21.
11. 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.
12. Gammarano R. Quick guide on sources and uses of statistics on occupational safety and health / International Labour Organization. Geneva, 2020. 39 p.
13. 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.
14. 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.
15. Safety and Health at the heart of the Future of Work: Building on 100 years of experience / International Labour Organization. Geneva, 2019. 82 p.
16. Takala J., Hämäläinen P., Nenonen N. [et al.]. Comparative Analysis of the Burden of Injury and Illness at Work in Selected Countries and Regions // Centr. Europ. J. Occup. Environ. Med. 2017. Vol. 23, N 1-2. P. 6–31.

Поступила 19.12.2022 г.

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

Участие авторов: В.И. Евдокимов – разработка концепции и дизайна исследования, анализ полученных данных, подготовка иллюстраций и написание первого варианта статьи; Е.В. Бобринев, А.А. Кондашов – сбор и обработка массива травматизма, анализ полученных данных, редактирование окончательного варианта статьи; А.А. Ветошкин – методическое сопровождение, редактирование окончательного варианта статьи.

Для цитирования. Евдокимов В.И., Бобринев Е.В., Ветошкин А.А., Кондашов А.А. Структура нозологий и риски развития производственного травматизма личного состава Федеральной противопожарной службы МЧС России (2012–2021 гг.) // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2023. № 1. С. 13–41. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-13-41.

The composition of nosologies and occupational injury risks in officers of the Federal Fire Service of the EMERCOM of Russia (2012–2021)

Evdokimov V.I.¹, Bobrinev E.V.², Vetoshkin A.A.¹, Kondashov A.A.²

¹ Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia
(4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia);

² All-Russian Research Institute for Fire Protection, EMERCOM of Russia
(mkr. VNIPO, 12, Balashikha, Moscow region, 143903, Russia)

✉ Vladimir Ivanovich Evdokimov – Dr. Med. Sci. Prof., Principal Research Associate, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID: 0000-0002-0771-2102, e-mail: 9334616@mail.ru;

Evgeny Vasil'yevich Bobrinev – PhD Biol. Sci., Leading Researcher, All-Russian Research Institute for Fire Protection, EMERCOM of Russia (12, mkr. VNIPO, Balashikha, Moscow region, Russia), ORCID: 0000-0001-8169-6297, 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;

Andrey Alexandrovich Kondashov – PhD Phys.-Mathemat. Sci., Leading Researcher, All-Russian Research Institute for Fire Protection, EMERCOM of Russia (12, mkr. VNIPO, Balashikha, Moscow region, Russia), ORCID: 0000-0002-2730-1669, e-mail: akond2008@mail.ru

Abstract

Relevance. Professional firefighters are exposed to high levels of physical and emotional stress which impacts their functional reserves and makes the susceptible to erroneous actions and occupational traumas.

The objective is to assess the decade-long (2012 to 2021) risk of occupational injuries and to establish its correlation with nosologies of external causes under Chapter XIX of the International Classification of Diseases and Related Health Problems, 10th Revision (ICD-10).

Methods. We analyzed occupational injuries across different categories among Federal Fire Service (FFS) officers of the EMERCOM of Russia (emergency response squads, prevention, technical and administrative workforce), their causes (technical, organizational, psychophysiological and hazardous fire-related factors), and performed occupational activities (firefighting, training, sport or daily activities). Based on the ICD-10, injury risks and exposure of particular body areas to external factors were calculated per 10,000 people according ($\times 10^{-4}$).

Results and Discussion. Over a 10 year's timespan, 1,769 occupational injuries have been registered among Federal Fire Service officers EMERCOM of Russia. The occupational injury rate for firefighters was $(9.19 \pm 0.54) \cdot 10^{-4}$ injuries/(person \cdot year), which was statistically significantly lower ($p < 0.001$) than for male workforce employed in Russian economy sectors – $(16.50 \pm 1.09) \cdot 10^{-4}$. The overall average diagnose per injury rate was 1.5, including 1.7 in firefighting and other emergency response activities, 1.4 in combat training activities, and 1.5 in routine activities. The weighted average risk of body injuries was $(11.96 \pm 0.89) \cdot 10^{-4}$ injuries/(person \cdot year); in particular, cumulative injury risk rate was $(10.01 \pm 0.83) \cdot 10^{-4}$ responsible for 83.6% of the total value, with burns $(1.39 \pm 0.23) \cdot 10^{-4}$ (equal to 11.6%), poisoning by combustion products $(0.39 \pm 0.09) \cdot 10^{-4}$ (equal to 3.3%), heat fainting $(0.18 \pm 0.04) \cdot 10^{-4}$ (equal to 1.5%) respectively. The congruent risk trends for occupational injuries, industrial head and body injuries, including burns, are positive and statistically significant, which suggests the trends are driven by identical (unidirectional) parameters. For determination coefficients of different significance, the polynomial trend of body injuries risk shows a downward trend of data reduction; the risk of burns resembles an inverted U-curve; while the risk of poisoning by combustion products demonstrates an increase in indicator values. Risks of injuries to the head (S00–S09 in ICD-10) showed rank 1 of significance among occupational body lesions in the entire cohort of firefighters, reaching the level of $(2.49 \pm 0.32) \cdot 10^{-4}$ injuries/(person \cdot year) equal to 20.8% of all occupational injuries; knee and shin injuries were assigned rank 2 (S80–S89) – $(1.87 \pm 0.24) \cdot 10^{-4}$ equal to 15.6%; ankle and foot area were assigned rank 3 (S90–S99) – $(1.11 \pm 0.15) \cdot 10^{-4}$ equal to 9.3%; rank 4 injuries were injuries of the thorax (S20–S29) – $(0.91 \pm 0.13) \cdot 10^{-4}$ equal to 7.6%; wrist and hand injuries were assigned rank 5 (S40–S49) – $(0.88 \pm 0.07) \cdot 10^{-4}$ equal to 7.4% respectively. Overall, these body traumas amounted to 60.7% of all occupational injuries of external causes. In the genesis of damages of body areas of firefighters during occupational injury, the leading place is given to head injuries, which contribute to loss of balance and create conditions for falling, as a result of which other areas of the body are injured. The analysis of occupational injuries and nosologies across different workforce categories was effectively performed taking account of injury causes and types of activity.

Conclusion. The analysis of cause-and-effect relations of all injuries among heads of subdivisions, occupational safety officers, fire engineers, firefighters and doctors allows to improve prevention of occupational injuries among officers of the Federal Fire Service of EMERCOM of Russia.

Keywords: fire, emergency situation, firefighter, occupational traumas, injury, burns, poisoning, heat fainting, ICD-10 Chapter XIX, labor protection, Federal Fire Service.

References

1. Aleksanin S.S., Bobrinev E.V., Evdokimov V.I. [et al.]. Zabollevaemost' s trudopoteryami u sotrudnikov Gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii (1996–2015 gg.) [Morbidity with job absenteeism in employees of EMERCOM of Russia (1996–2015)]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2018; (1):5–18. DOI: 10.25016/2541-7487-2018-0-1-05-18. (In Russ.)

2. Afanas'ev V.N., Yuzbashev M.M. Analiz vremennykh ryadov i prognozirovaniye [Time Series Analysis and Forecasting]. Moscow. 2015. 320 p. (In Russ.)
3. Voroshilov S.P., Voroshilov A.S. Travmatizm. Funktsiya raspredeleniya stepeni tyazhesti vreda zdorov'yu sredi rabotnikov [Traumatism. The function of health severity distribution among employees]. *Bezopasnost' i okhrana truda* [Safety and Labor Protection]. 2014; (3):55–59. (In Russ.)
4. Evdokimov V.I., Aleksanin S.S., Bobrinev E.V. [et al.] Analiz pokazatelei zabolevaemosti, travmatizma, invalidnosti i smernosti sotrudnikov Gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby Rossii (1996–2015 gg.) [Analysis of morbidity, traumatism, disability and mortality rates in employees of the Russian State Fire Service (1996–2015)]. Ed. V.I. Evdokimov. St. Petersburg. 2019. 167 p. (In Russ.)
5. Evdokimov V.I., Bobrinev E.V., Kondashov A.A. [et al.] Analiz proizvodstvennogo travmatizma i gibeli lichnogo sostava Federal'noi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii (2006–2020 gg.) [Analysis of occupational injury and mortality of personnel of the Federal Fire Service of the EMERCOM of Russia (2006–2020)]. Ed. V.I. Evdokimov. St. Petersburg. 2022. 138 p. (In Russ.)
6. 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* [Safety and Labor Protection]. 2015; (2):37–40. (In Russ.)
7. Kondashov A.A., Udavtsova E.Yu., Mashtakov V.A. [et al.] Otsenka dopustimogo riska travmirovaniya lichnogo sostava Federal'noi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii [Assessment of the acceptable risk of injury in employees of the Federal fire service of EMERCOM of Russia]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2021. № 1. С. 40–49. DOI: 10.25016/2541-7487-2021-0-1-40-49. (In Russ.)
8. Matyushin A.V., Poroshin A.A., Kharin V.V. [et al.] Faktornyi podkhod k otsenke travmatizma pozharnykh [Factorial approach to assessing the injury rate of firefighters]. *Aktual'nye problemy pozharnoi bezopasnosti* [Actual problems of fire safety]: Scientific. Conf. Proceedings. Moscow. 2015; 3:222–227. (In Russ.)
9. Poroshin A.A., Kharin V.V., Bobrinev E.V. [et al.] Bank statisticheskikh dannykh po zabolevaemosti, travmatizmu, invalidnosti i gibeli lichnogo sostava podrazdelenii MChS Rossii pri vypolnenii sluzhebnykh obyazannostei : svidetel'stvo o registratsii bazy dannykh RU 2015621061, 13.07.2015 [Bank of statistical data on morbidity, injury, disability and death of personnel of the EMERCOM of Russia units in the performance of official duties: database registration certificate RU 2015621061, publ. 07/13/2015]. (In Russ.)
10. Fainburg G.Z. Sanitarno-gigienicheskoe normirovaniye 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* [Safety and Labor Protection]. 2015; (2):17–21. (In Russ.)
11. Black J., Baldwin R. When risk-based regulation aims low: approaches and challenges. *Regulation and Governance*. 2012; 6(1):2–22. DOI: 10.1111/j.1748-5991.2011.01124.x.
12. Gammarano R. Quick guide on sources and uses of statistics on occupational safety and health / International Labour Organization. Geneva. 2020. 39 p.
13. Kendall K. The Increasing Importance of Risk Management in an Uncertain World. *The Journal for Quality and Participation*. 2017; 40(1):P. 4–8.
14. 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; 1(2):5–33. DOI: 10.18278/epa.1.2.2.
15. Safety and Health at the heart of the Future of Work: Building on 100 years of experience / International Labour Organizatio. Geneva. 2019. 82 p.
16. Takala J., Hämäläinen P., Nenonen N. [et al.] Comparative Analysis of the Burden of Injury and Illness at Work in Selected Countries and Regions. *Centr. Europ. J. Occup. Environ. Med*. 2017; 23(1-2):6–31.

Received 19.12.2022

For citing: Evdokimov V.I., Bobrinev E.V., Vetoshkin A.A., Kondashov A.A. Struktura nozologii i riski razvitiya proizvodstvennogo travmatizma lichnogo sostava Federal'noi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii (2012–2021 gg.). *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2023; (1):13–41. (In Russ.)

Evdokimov V.I., Bobrinev E.V., Vetoshkin A.A., Kondashov A.A. The composition of nosologies and occupational injury risks in officers of the Federal Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia (2012–2021). *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2023; (1):13–41. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-13-41