

## ИЗМЕНЕНИЯ ОПЕРАТИВНЫХ ИНДИКАТОРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПОЖАРНЫХ-СПАСАТЕЛЕЙ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ГРУППУ РИСКА

Целых Е.Д., Скворцов Д.А., Ахтямов М.Х., Кузьмичев Е.Н.

*Цель.* Определение оперативных индикаторных характеристик сердечно-сосудистой системы пожарных-спасателей после заступления на дежурство, тренировочного процесса и ликвидации чрезвычайной ситуации для выявления группы риска.

*Методы.* Исследованы характеристики кислородтранспортной системы: частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое и диастолическое артериальное (САД и ДАД), пульсовое давление (ПД), насыщенность крови кислородом ( $SpO_2$ ), индекс стресса (ИС) пожарных-спасателей и водителей пожарного автомобиля (группа сравнения), работающих в Хабаровске.

Функциональные характеристики ЧСС,  $SpO_2$ , ИС измерены с помощью прибора «Ангиоскан-01П»; САД, ДАД – методом Короткова с помощью прибора для измерения артериального давления (АД) OmronM2 Eco. Антропометрические морфологические показатели: рост (Р) и масса тела (МТ) измерены с помощью «Ростомера Твесм РП» и напольных весов «ВМЭН-150-50/100-Д2-А». Представлены расчетные показатели: ПД и индекс массы тела (ИМТ).

*Результаты.* Определена тенденция к высоким показателям Р и МТ у водителей пожарных автомобилей (группа Б). Во всех группах ИМТ соответствует верхней границе физиологического норматива и может рассматриваться, учитывая размах  $\pm m$ , как повышенная МТ на фоне избыточного питания.

Анализ индикаторных характеристик сердечно-сосудистой системы (ССС) пожарных-спасателей (группа А) выявил, что после заступления на дежурство (08:30) некоторые показатели были выше верхней границы норматива, особенно ПД, что согласуется с концепцией о функционально-метаболической адаптации, проявляющейся до выполнения работы у людей, связанных с выполнением экстремальных нагрузок. После тренировки большинство показателей ССС практически восстанавливались до первоначальных. Однако во время тренировки ПД увеличилась, и через 60 мин после тренировки восстановления ПД не происходило. Дезадаптивное изменение ПД после ликвидации ЧС является показателем отставания процессов восстановления баланса вегетативной нервной системы (ВНС) и может привести к головным болям, дезориентации, временной неспособности к принятию решений. Наиболее оперативной характеристикой, определяющей состояние организма пожарных-спасателей при выполнении экстремальных нагрузок, является ПД, что может быть учтено при допуске к тренировкам и ликвидации ЧС.

*Область применения исследований.* Результаты исследования могут быть внедрены в практику в виде предложений о проведении профилактической индикации ПД и ИС перед выходом на смену, для определения группы риска и осуществления коррекционных воздействий.

*Ключевые слова:* пожарные, сердечно-сосудистая система, артериальное давление, частота сердечных сокращений, индекс стресса, чрезвычайная ситуация.

(Поступила в редакцию 20 октября 2023 г.)

### Введение

При тушении пожаров около 80 % рабочего времени пожарные находятся в токсичной среде [1]. К профессиональным факторам, неблагоприятно воздействующим на организм пожарных-спасателей, относятся тяжесть и напряженность труда, повышенная загазованность, которые в сочетании с производственным стрессом приводят к нарушению здоровья [2].

Поиск интегративных параметров, по изменениям которых можно было бы адекватно оценить состояние организма, остается очень актуальным. Анализ современной научной литературы показал, что в результате постоянной сверхнапряженной деятельности в организме происходит изменение физиологических характеристик в сторону дизадаптивных значений за некоторое время до начала действия сверхнагрузок. Данное положение лежит в основе концепции о функционально-метаболических изменениях в организме непосредственно перед выполнением сложной, связанной с риском для жизни деятельности, например, ликвидации ЧС. При этом функциональные изменения могут быть чрезмерными. Согласно общей теории адаптации в условиях действия адаптивных факторов организм определяет оптимальные варианты гомеостатического регулирования с целью создания новой программы уравновешивания всех звеньев внешней и внутренней среды, в том числе создание программы максимум, при которой включенные в нее элементы отвечают гиперреакцией [3]. Негативные изменения служат признаком готовности организма к возможности справиться с высокими нагрузками и (или) с признаками утомления [4].

В качестве индикатора адаптационных возможностей организма рассматривается ССС, а уровень ее функционирования, который является регулируемой величиной, определяется как ведущий показатель, отражающий равновесие организма со средой [5]. У представителей экстремальных профессий здоровая ССС представляет особую важность из-за постоянных нагрузок. Так, вес дыхательного аппарата – 15,5 кг, с одеждой пожарного – более 20 кг, что является повышенной нагрузкой на ССС.

Основными показателями состояния ССС являются: ЧСС, АД, ударный и минутный объемы, количество циркулируемой крови и скорость кровотока [6]. Однако сопоставление этих показателей не всегда демонстрирует отклонение при значениях, соответствующих нормативу. Например, при САД = 120 мм рт. ст. и ДАД = 60 мм рт. ст., укладываемых в нормативы, ПД = 60 мм рт. ст., что значительно выше верхней границы нормы для ПД. В то же время такой информационно емкий показатель, как ПД, практически не рассматривается [7].

При отсутствии патологии сердца, у практически здоровых людей интенсивные физические нагрузки не влияют на ПД [8]. С течением времени ПД имеет тенденцию к увеличению у людей зрелого возраста из-за уменьшения растяжимости артериальной стенки. В настоящее время ряд российских и зарубежных ученых считают достоверное повышение ПД независимым фактором риска развития заболеваний ССС [9].

Информационными индикаторными оперативными характеристиками являются ИС, SpO<sub>2</sub> организма пожарных-спасателей в условиях несения службы. Наблюдение в динамике показало, что в течение 5 лет у 37 % пожарных-спасателей развивается стабильная артериальная гипертензия ( $p < 0,05$ ), которая связана с нарушением обменных процессов, истощением адаптации, психологического статуса работников (раздражительность, неустойчивое внимание, снижение памяти и мыслительных функций, эмоциональная лабильность) [10].

Оценка профессионального риска включает апостериорное прогнозирование состояния здоровья пожарных-спасателей [11]. Использование ССС как системы, чутко реагирующей на изменения внешней и производственной среды, дает возможность, с одной стороны, судить о процессах адаптации организма к изменившимся условиям, с другой стороны – выявить начальные признаки сердечно-сосудистой патологии [12].

В нашей стране характеристики ССС пожарных-спасателей активно исследуются. Отмечена тенденция к увеличению количества лиц с повышенным АД в группе со стажем работы более 10 лет. При оценке ЧСС различий между группами не установлено [13].

Наблюдение за ПД, которое является одной из наиболее информативных характеристик вегетативных реакций, позволит определить наличие рассогласования между отделами вегетативной нервной системы, которое может привести к головным болям, дезориентации в пространстве, временной неспособности к принятию решений [14]. Исходя из литературных данных, увеличение ПД на 10 мм рт. ст. коррелирует с повторным инфарктом миокарда

и риском смерти от сердечно-сосудистых осложнений (ССО). Выявлено, что увеличение ПД является независимым предиктором ССО [15].

Длительное бессимптомное изменение характеристик АД приводит к развитию дизадаптивных реакций, преимущественно по типу когнитивных нарушений, способствует возникновению страха и депрессии, независимо от пола и возраста. Однако работы о прогностической роли ПД немногочисленны и весьма противоречивы [16].

По данным российских ученых, в Российской Федерации за год погибает 19 на 10 000 пожарных-спасателей [15].

Актуальность данной темы состоит в том, что изучение индикаторных психофизиологических характеристик организма в условиях экстремальных ситуаций с риском для жизни, оказывающих влияние на профессиональное поведение пожарных-спасателей, во время несения службы при отсутствии ЧС, во время / после тренировки и во время / после окончания ликвидации ЧС, позволит избежать травм и жертв среди пожарных-спасателей, поможет сохранить жизнь пожарных-спасателей и уберечь их от травм.

### Основная часть

**Объем и методы исследования.** Проведено исследование (2020–2023 гг.) параметров ССС – ЧСС; САД, ДАД и ПД; SpO<sub>2</sub>, ИС – пожарных-спасателей (мужчин), работающих в Хабаровске: в 4-й пожарной части Федерального государственного бюджетного учреждения «10 отряд федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы по Хабаровскому краю» (4 ПЧ ФГБУ «10 отряд ФПС ГПС по Хаб. краю»); 1-й, 3-й и 30-й пожарно-спасательных частях 21-го отряда федеральной противопожарной службы Главного управления МЧС России по Хабаровскому краю (1, 3 и 30 ПСЧ 21 ОФПС ГУ МЧС РФ по Хаб. краю); 2-й пожарно-спасательной части 21-го пожарно-спасательного отряда федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы Главного управления МЧС России по Хабаровскому краю (2 ПСЧ 21 ПСО ФПС ГПС ГУ МЧС России по Хаб. краю); службе поискового и аварийно-спасательного обеспечения полетов акционерного общества «Хабаровский аэропорт» (СПАСОП).

90,1 % обследуемых имели специальность пожарного-спасателя (группа А,  $n = 91$ ), 9,9 % – водители пожарного (аварийно-спасательного) автомобиля (группа Б,  $n = 10$ ). Критериями включения в обследуемую группу А были: специальность пожарного-спасателя, непосредственно участвующего в тушении пожаров (работа с экстремальными факторами среды), возраст – от 23 до 43 лет, средний стаж –  $8,03 \pm 1,24$  лет, средний возраст –  $34,46 \pm 2,01$  года, место проживания и работы – Хабаровск. В зависимости от возраста, испытуемые группы А были разделены на две возрастные группы: группа А1 – пожарные-спасатели первого периода зрелого возраста – 23–35 лет (71 человек, средний возраст –  $24,6 \pm 2,1$  года), группа А2 – пожарные-спасатели второго периода зрелого возраста, 36–43 года (20 человек, средний возраст  $40,7 \pm 1,2$  лет).

Критерии исключения: доставляют пожарных-спасателей к месту ЧС, контролируют надежную работу оборудования и подают огнетушащие вещества, не находятся в эпицентре пожара – группа Б (возраст – 25–40 лет; средний стаж –  $11,1 \pm 0,87$  лет, средний возраст –  $34,2 \pm 2,8$  года; место проживания и работы – Хабаровск).

Все участники дали добровольное подписанное информированное согласие на участие в исследовании.

Ряд функциональных характеристик – ЧСС, SpO<sub>2</sub>, ИС – были измерены с помощью персонального диагностического прибора для анализа состояния сосудистой системы «Ангиоскан-01П». Методом Короткова определяли САД, ДАД с помощью прибора OmronM2 Eсо. Метод основан на различии звуков САД обследуемого (первый тон Короткова) и звука, обусловленного вибрациями, возникающими вследствие закрытия клапанов желудочков [17].

Для получения антропометрических морфологических показателей Р и МТ использовались «Ростомер Твес РП» и напольные медицинские весы «ВМЭН-150-50/100-Д2-А». «Ростомер Твес РП» предназначен для измерения роста в положении стоя/сидя, в медицинских, оздоровительных, спортивных и других учреждениях; весы позволяют взвешивать людей до 150 кг [18].

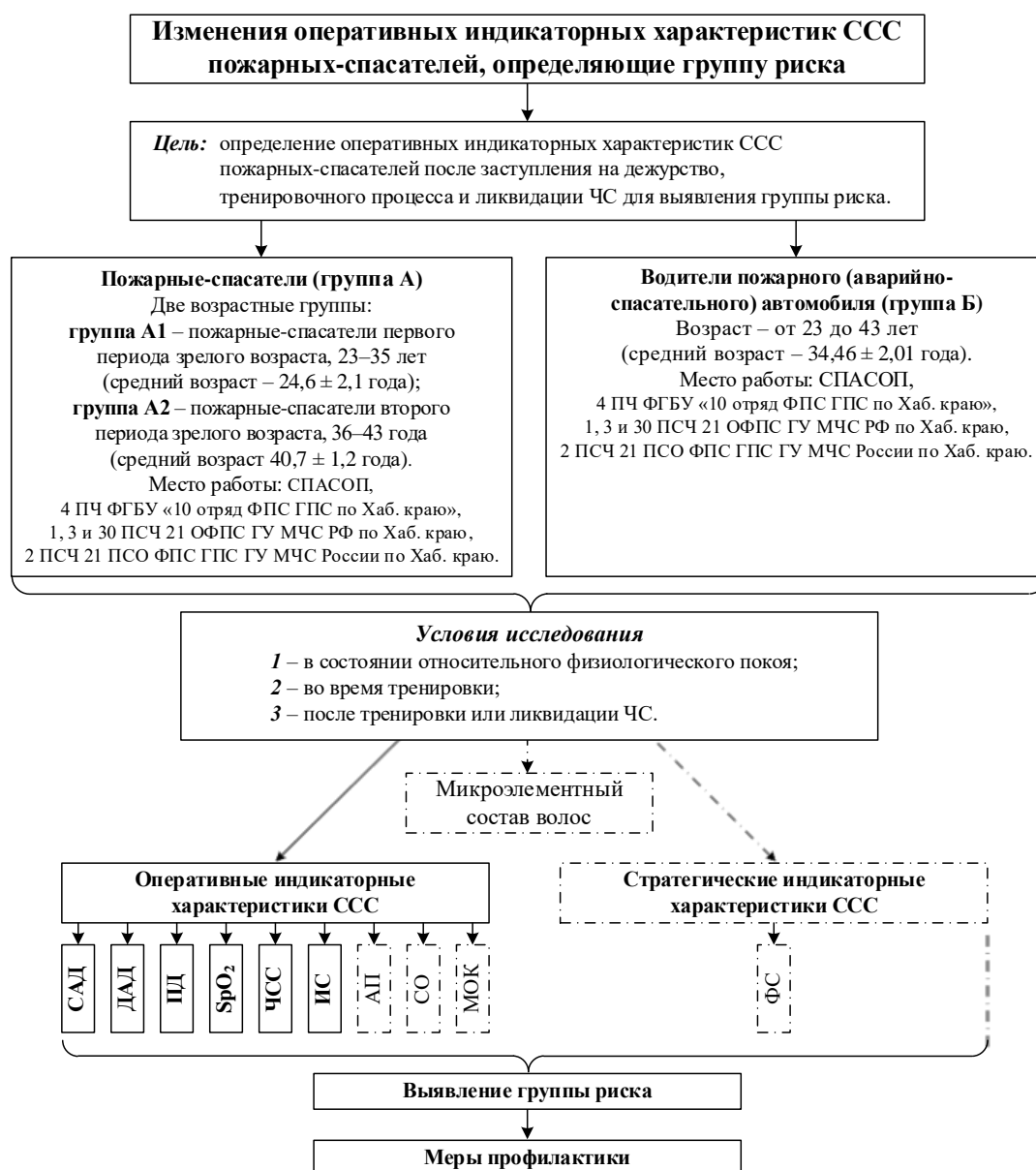
В работе представлены расчетные показатели: ПД и ИМТ.

Средний ПД здоровых людей равен 40 мм. рт. ст. В состоянии физиологического покоя в норме пульсовое давление составляет от 35 до 45 мм рт. ст. ПД вычисляли по формуле:

$$\text{ПД} = \text{САД} - \text{ДАД} \quad (\text{мм рт. ст.}),$$

где САД и ДАД измеряются в мм рт. ст.

В дальнейшем планируется расширить объем и обработку результатов исследования, дополнив его расчетом систолического объема (СО) и минутного объема кровообращения (МОК), оценкой функционального состояния (ФС) ССС и адаптационного потенциала (АП), анализом микроэлементного состава волос (рис. 1).



Оценка характеристик, обозначенных пунктирными линиями, находится в разработке и не представлена в данной статье.

Рисунок 1. — Дизайн исследования

При статистическом анализе использовались стандартные методы вариационной статистики: определение достоверности полученных данных в условиях стандартного нормального распределения для независимых выборок – по коэффициенту Стьюдента; ошибка оценивалась с помощью средней квадратической ошибки ( $M \pm m$ ). Проверка нормальности распределения малых выборок, численностью до 50 вариантов проводилась с использованием критерия Шапиро – Уилка (Shapiro – Wilk); для расчета однородности двух независимых экспериментальных выборок – хи-квадрат. Использовалась репрезентативная выборка данных, которая содержала информацию о характеристиках ССС мужчин, профессионально связанных с ликвидацией ЧС: пожарные-спасатели (группа А) и водители пожарного (аварийно-спасательного) автомобиля (группа Б), ( $n = 101$ ).

Статическая обработка данных выполнена с помощью пакета «Анализ данных» в Microsoft Office Excel, 2016.

**Результаты.** Дизайн исследования предполагал, что средний возраст обследованных группы А –  $34,46 \pm 2,01$  года не отличался достоверно от группы Б –  $34,2 \pm 2,88$  года.

Первая часть работы была посвящена определению некоторых морфологических характеристик (табл. 1) и оперативных индикаторных характеристик ССС (табл. 2) пожарных-спасателей Хабаровска в состоянии относительного физиологического покоя (08:30, после заступления на дежурство), в сравнении с возрастными показателями (А1, А2) и данными группы сравнения (Б) (табл. 1, 2).

Определено, что Р, МТ, и ИМТ пожарных-спасателей разных возрастных групп и водителей пожарных автомобилей не имеет достоверных отличий. Однако определяется тенденция более высоких показателей Р и МТ в группе Б (сравнения), т.е. у водителей пожарных автомобилей.

**Таблица 1. – Средние ( $M \pm m$ ) морфологические характеристики пожарных-спасателей разных возрастных групп (А1, А2), без учета возраста, и водителей пожарных автомобилей (Б) Хабаровска (2022–2023 гг.)**

№	Обследуемая группа	Р, см	МТ, кг	ИМТ, кг/м <sup>2</sup>
1	<b>Группа А1</b> (от 23 до 35 лет), ( $n = 71$ , средний возраст $24,6 \pm 2,1$ )	$176,4 \pm 6,17$	$77,23 \pm 3,07$	$24,67 \pm 1,38$
2	<b>Группа А2</b> (от 36 до 43 лет), ( $n = 20$ , средний возраст $40,7 \pm 1,2$ )	$177,75 \pm 1,95$	$76,50 \pm 3,90$	$24,35 \pm 1,39$
3	<b>Группа А</b> (от 23 до 43 лет), ( $n = 91$ , средний возраст $34,5 \pm 2,01$ )	$176,68 \pm 0,97$	$77,07 \pm 4,15$	$24,62 \pm 4,39$
4	<b>Группа Б</b> (от 25 до 40 лет) ( $n = 10$ , средний возраст $34,2 \pm 2,8$ )	$180,80 \pm 3,08$	$81,20 \pm 2,38$	$24,56 \pm 1,13$

Во всех обследуемых группах ИМТ соответствует верхней границе физиологического норматива и может рассматриваться, учитывая размах показателя  $\pm m$ , как повышенная масса тела на фоне избыточного питания.

Анализ средних оперативных индикаторных характеристик ССС пожарных-спасателей разных возрастных групп (А1, А2) выявил, что после заступления на дежурство (08:30) некоторые показатели уже не соответствовали границам физиологического норматива в состоянии относительного физиологического покоя (табл. 2), что согласуется с положением концепции о функционально-метаболической адаптации, проявляющейся у людей до выполнения работы, связанной с экстремальными нагрузками [19].

В группе А2 до воздействия нагрузок отмечено больше показателей, измененных в сторону дизадаптации. Например, САД, ДАД, ПД выше верхней границы физиологического норматива для состояния относительного физиологического покоя. Однако из определенных средних оперативных индикаторных характеристик ССС пожарных-спасателей разных возрастных групп (А1, А2) Хабаровска в состоянии относительного физиологического

покоя (*условие 1* исследования) выше верхней границы физиологического норматива отмечено только ДАД (табл. 2).

Показатели САД, ДАД, ПД не находятся в границах физиологического норматива и отражают объективные дегенеративные возрастные структурно-функциональные изменения, что может быть критическим для эффективности профессиональной деятельности в группе А2. Кроме того, выявленные различия определяют большую вероятность срыва адаптационных механизмов и нарушений соматического здоровья у спасателей-пожарных группы А2 относительно пожарных возраста А1 (до 35 лет), что может усугубляться при дополнительном воздействии гипокомфортных природно-климатических факторов [20].

**Таблица 2. – Средние ( $M \pm m$ ) оперативные индикаторные характеристики ССС пожарных-спасателей разных возрастных групп (А1, А2) Хабаровска (2022–2023 гг.) в состоянии относительного физиологического покоя (*условие 1* исследования)**

Индикаторная характеристика ССС	Группа А1 (от 23 до 35 лет), ( $n = 71$ , средний возраст $24,6 \pm 2,1$ )	Группа А2 (от 36 до 43 лет), ( $n = 20$ , средний возраст $40,7 \pm 1,2$ )	$p$ -значение
САД, мм рт. ст.	$124,00 \pm 3,17$	<b><math>128,50 \pm 4,39</math></b>	$p \leq 0,1$
ДАД, мм рт. ст.	$77,33 \pm 2,14$	<b><math>83,25 \pm 2,41</math></b>	$p \leq 0,01$
ПД, мм рт. ст.	<b><math>45,87 \pm 2,53</math></b>	<b><math>45,25 \pm 4,63</math></b>	$p \leq 0,1$
ЧСС, уд/мин	$69,60 \pm 3,16$	$74,50 \pm 6,58$	$p \leq 0,1$
ИС, усл. ед.	$89,00 \pm 2,34$	$89,25 \pm 3,56$	$p \leq 0,1$
SpO <sub>2</sub> , %	$97,4 \pm 0,47$	$98,00 \pm 0,48$	$p \leq 0,1$

*Примечание.* Здесь и далее полужирным курсивом показаны средние значения, не соответствующие границам физиологического норматива; достоверность различий между средними значениями характеристик групп подтверждается малой величиной  $p$  – вероятности ошибки в случае отклонения нулевой гипотезы о равенстве этих средних значений.

В группе Б, в отличие от группы А, в состоянии относительного физиологического покоя определяется отклонение от нормы средних значений характеристик ССС: показатели водителей пожарных автомобилей (группа Б) находятся выше верхней границы физиологического норматива исследуемых параметров (табл. 3).

**Таблица 3. – Средние ( $M \pm m$ ) оперативные индикаторные характеристики ССС пожарных-спасателей без учета возраста (А) и водителей пожарных автомобилей (Б) Хабаровска (2022–2023 гг.) в состоянии относительного физиологического покоя (*условие 1* исследования)**

Индикаторная характеристика ССС	Группа А (от 23 до 43 лет), ( $n = 91$ , средний возраст $34,5 \pm 2,01$ )	Группа Б (от 25 до 40 лет) ( $n = 10$ , средний возраст $34,2 \pm 2,8$ )	$p$ -значение
САД, мм рт. ст.	$127,10 \pm 1,08$	<b><math>148,80 \pm 2,63</math></b>	$p \leq 0,001$
ДАД, мм рт. ст.	$81,50 \pm 1,98$	<b><math>92,60 \pm 4,23</math></b>	$p \leq 0,01$
ПД, мм рт. ст.	$45,60 \pm 2,07$	<b><math>57,40 \pm 3,34</math></b>	$p \leq 0,001$
ЧСС, уд/мин	$70,63 \pm 1,79$	$78,20 \pm 2,74$	$p \leq 0,01$
ИС, усл. ед.	$89,05 \pm 4,78$	<b><math>212,4 \pm 12,44</math></b>	$p \leq 0,001$
SpO <sub>2</sub> , %	$97,53 \pm 0,38$	$97,6 \pm 0,38$	$p \leq 0,1$

Анализ результатов позволяет сделать вывод об отклонениях вегетативных параметров пожарных-спасателей вне выполнения работы по ликвидации ЧС [4].

Вторая часть работы была связана с определением ЧСС, САД, ДАД, ПД, ИС, SpO<sub>2</sub> во время тренировки (*условие 2* исследования) и через 60 мин после тренировки (*условие 3* исследования). Тренировочные занятия проходили с целью улучшения у личного состава физической резистентности к повышенным нагрузкам, на свежем воздухе, в экипировке пожарного, с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения. Средняя продолжительность тренировочных занятий составляла около 45 мин [21, с. 444]. Комплексная тренировка проводилась с целью общей и специальной физической тренировки личного

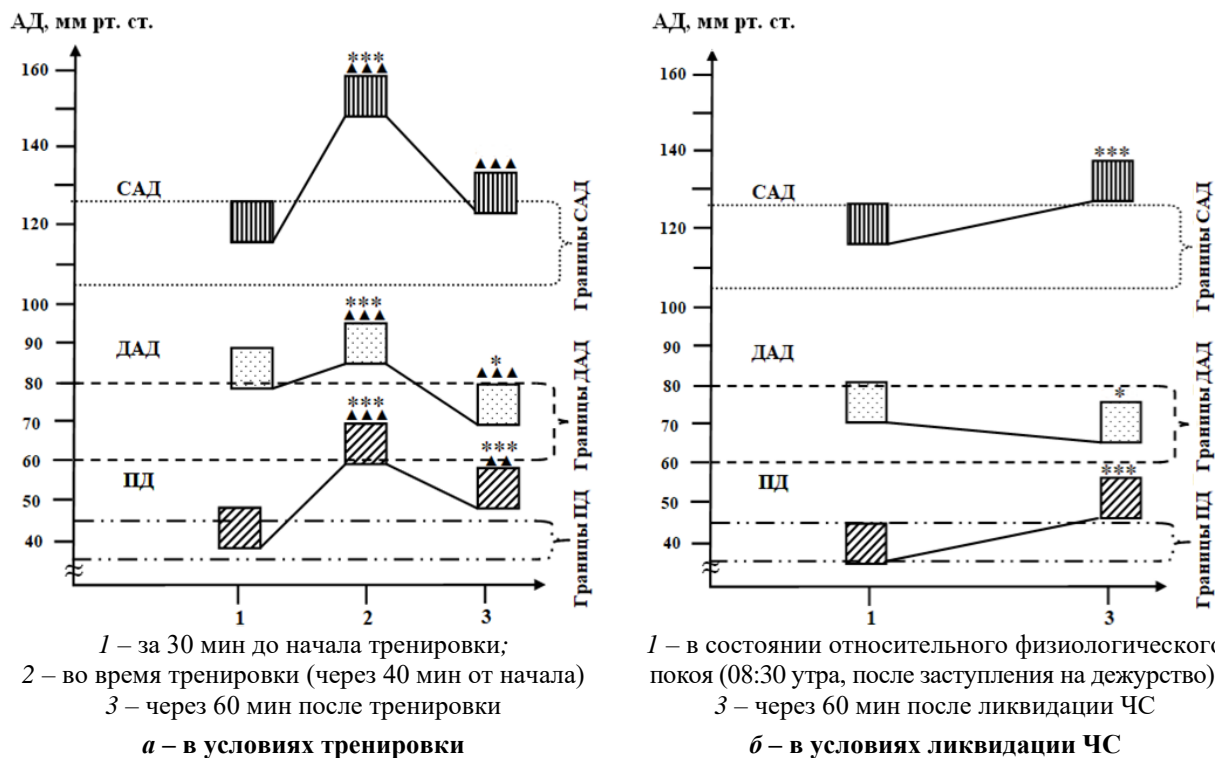
состава; включала упражнения, приемы и действия из различных разделов физической подготовки по плану: 1) подготовительная часть – 5 мин; 2) основная часть – 37 мин; 3) заключительная часть – 3 мин. Обычно включает упражнения в различных сочетаниях: в беге, прыжках через различные препятствия, в лазании и перелезании, переползании, переноске тяжестей, простейшие упражнения на перекладине, брусках, лестнице, бревне и т.п.<sup>1</sup>

У людей с работой, включающей экстремальные компоненты, в период адаптации к нагрузкам (ликвидации ЧС или тренировки) организм показывает высокую реактивность как проявление адаптивных качеств. Это согласуется с концепцией функционально-метаболической адаптации, согласно которой подготовка организма приводит к проявлению гомеостаза ССС на высоком уровне, с рисками негативных проявлений функции и затруднения процессов восстановления [22].

Тренировочный процесс проходил на открытом воздухе в экипировке пожарного с использованием предусмотренных средств индивидуальной защиты. Основные изменения АД в период тренировки, в сравнении с характеристиками в состоянии относительного физиологического покоя, представлены на рисунке 2а.

Результаты измерений САД в условиях 1, 2 и 3 исследования обозначим САД<sup>1</sup>, САД<sup>2</sup> и САД<sup>3</sup> соответственно. Аналогичные обозначения введем и для остальных рассматриваемых в работе индикаторных характеристик ССС.

Средний показатель САД<sup>1</sup> –  $127,1 \pm 1,08$  мм рт. ст. (в состоянии физиологического покоя) выше верхней границы норматива (105–125 мм рт. ст.) – является проявлением адаптации к профессиональной деятельности (рис. 2а).



Здесь и далее достоверность отличий значений, полученных в условиях 2 и 3 исследования, от значений, полученных в периоде физиологического покоя (условие 1), обеспечена следующими *p*-значениями: \* –  $p \leq 0,05$ ; \*\*\* –  $p \leq 0,001$ . Аналогично достоверность различий значений характеристик, полученных в предыдущих и последующих условиях исследования, обеспечена: ▲▲ –  $p \leq 0,01$ ; ▲▲▲ –  $p \leq 0,001$ . Границы индикаторных характеристики ССС представлены по Н.А. Агаджаняну, И.Г. Власовой, Н.В. Ермаковой и др., 2000 [17].  
**Рисунок 2. – Средние ( $M \pm m$ ) показатели АД пожарных-спасателей (без учета возрастной группы),  $n = 91$**

<sup>1</sup> Наставление по физической подготовке личного состава федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы: приказ МЧС России от 26 июля 2016 г. № 402.

В середине тренировки САД<sup>2</sup> достоверно различался с характеристикой САД<sup>1</sup> на 29 мм рт. ст. ( $p \leq 0,001$ ). После тренировки САД<sup>3</sup> отличается от САД<sup>2</sup> на 25,9 мм рт. ст. ( $p \leq 0,001$ ). Показатель возвращается к первоначальному значению (САД<sup>1</sup>), что указывает на положительный вариант процессов восстановления (рис. 2а).

При анализе ДАД во время тренировочного процесса (рис. 2а) было определено, что до момента экипировки (в условиях относительного физиологического покоя), в период адаптации к предполагаемым нагрузкам, средний показатель ДАД<sup>1</sup> соответствует верхней границе физиологического норматива –  $80,30 \pm 1,58$  мм рт. ст. В середине тренировки обнаружены достоверные различия между ДАД<sup>1</sup> и ДАД<sup>2</sup> на 9,1 мм рт. ст. ( $p \leq 0,01$ ), что соответствует норме при повышенных физических нагрузках и не противоречит литературным данным [23]. После окончания тренировки ДАД<sup>3</sup> снизилось до показателя ниже ДАД<sup>1</sup> ( $p \leq 0,05$ ).

Повышение ПД<sup>1</sup> перед тренировкой до верхней границы физиологического норматива (табл. 3, рис. 2а) объясняется проявлением динамического гомеостаза ССС на высоком уровне, что согласуется с литературными данными о положениях концепции «функционально-метаболической адаптации» по подготовке организма к выполнению значимой нагрузки с рисками негативных проявлений кардиоваскулярной функции [4]. Во время тренировки с использованием средств индивидуальной защиты на открытом воздухе ПД<sup>2</sup>, увеличившись на 19,61 мм рт. ст., достигло  $65,21 \pm 1,61$  мм рт. ст. ( $p \leq 0,001$ ), см. рисунок 2а. Через 60 мин после тренировки восстановления ПД<sup>3</sup> не произошло и оно было выше исходного на 9,1 мм рт. ст., составив  $54,70 \pm 3,61$  мм рт. ст., и достоверно отличалось от показателя до тренировки и физиологического норматива ( $p \leq 0,001$  и  $p \leq 0,001$ ). Превышение ПД к окончанию тренировки верхней границы норматива свидетельствует о рассогласовании между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС, что может привести к головным болям, дезориентации в пространстве, временной неспособности к принятию решений [24].

Во время тренировочного процесса показатель ЧСС<sup>1</sup> находился в границах физиологического норматива (рис. 3а).

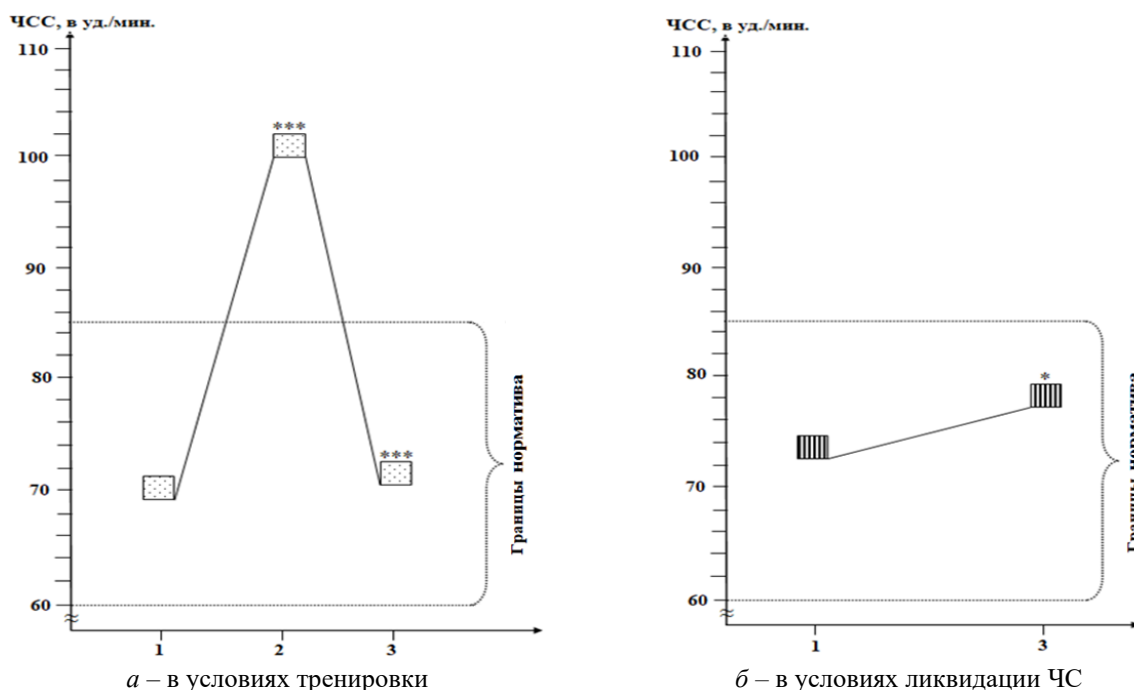


Рисунок 3. – Средние ( $M \pm m$ ) показатели ЧСС пожарных-спасателей (без учета возрастной группы),  $n = 91$

Показатель ЧСС<sup>2</sup> превышал верхнюю границу нормы на 15,2 уд/мин и достоверно различался с показателем ЧСС<sup>1</sup> на 32,85 уд/мин, достигая  $103,48 \pm 6,21$  уд/мин. Показатели ЧСС<sup>3</sup> и ЧСС<sup>2</sup> также достоверно различались на 30,3 уд/мин ( $p \leq 0,001$ ), снизившись до 73,18 уд/мин. Спустя час после тренировки показатель ЧСС<sup>3</sup> был выше ЧСС<sup>1</sup> на 2,55 уд/мин, т.е. произошло восстановление до исходных значений.



Для количественной характеристики ИС используется следующая шкала:

- 20–100 усл. ед. – хорошее состояние регуляторных механизмов ССС (низкий уровень ИС);
- 100–400 усл. ед. – удовлетворительное состояние (средний уровень ИС);
- 500–1000 усл. ед. – неудовлетворительное состояние (высокий уровень ИС).

При физиологическом нормативе от 20 до 100 усл. ед. ИС повышался от  $89,00 \pm 4,78$  усл. ед. в состоянии относительного физиологического покоя до  $ИС^2 = 139,17 \pm 11,50$  усл. ед. в тренировочный период ( $p \leq 0,001$ ). Различие между  $ИС^1$  и  $ИС^2$  составило 50,17 усл. ед. Снижение ИС через 60 мин после тренировки до  $ИС^3 = 96,22 \pm 6,34$  усл. ед. имело недостоверные отличия от  $ИС^1$ . Таким образом, после ликвидации ЧС восстановление ИС происходило в течение часа. Результаты согласуются с литературными данными российских исследователей, согласно которым при выполнении тренировочных заданий ЧСС варьировалась у пожарных-спасателей от 140 до 160 уд/мин, что характерно для выполнения тяжелых работ. Большие значения показателя ИС указывают на выраженные нарушения со стороны ССС [25].

В условиях тренировочного процесса  $SpO_2$  пожарных-спасателей соответствует границам физиологического норматива на всех этапах, но не является оптимальным (98–100 %):  $97,02 \pm 0,34$ ;  $96,2 \pm 0,22$ ;  $96,82 \pm 1,04$  % (рис. 4а).

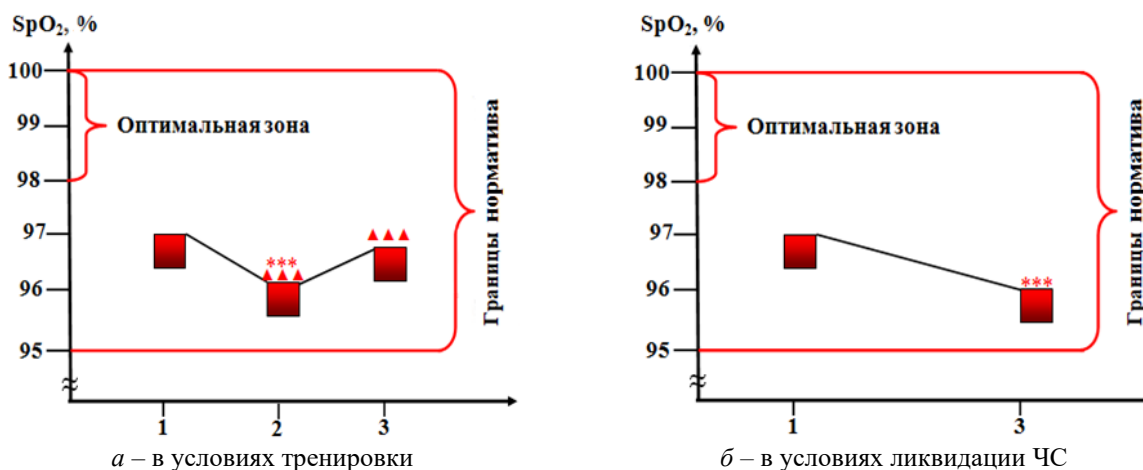


Рисунок 4. – Средние ( $M \pm m$ ) показатели  $SpO_2$  пожарных-спасателей (без учета возрастной группы),  $n = 91$

Третья часть работы была связана с определением ЧСС, САД, ДАД, ПД, ИС,  $SpO_2$  до (условие 1 исследования) и через 60 мин после ликвидации ЧС (условие 3 исследования), т.к. во время ликвидации ЧС возможность измерения отсутствовала. В условиях ликвидации ЧС САД<sup>1</sup> и САД<sup>3</sup> пожарных-спасателей достоверно различалось ( $p \leq 0,001$ ), что свидетельствует о затянутом процессе восстановления (рис. 2б).

При анализе ДАД во время ликвидации ЧС (рис. 2б) выявлено, что до момента экипировки (в условиях относительного физиологического покоя), в период адаптации к предполагаемым нагрузкам средний показатель ДАД<sup>1</sup> превышает верхнюю границу норматива –  $80,30 \pm 1,58$  мм рт. ст. Колебание среднего значения ( $\pm m$ ) позволяет рассматривать показатель ДАД<sup>1</sup> как соответствующий верхней границе физиологического норматива, что соответствует норме при повышенных физических нагрузках и не противоречит литературным данным [23]. После ликвидации ЧС показатель ДАД<sup>3</sup> снизился на 5,12 % ( $p \leq 0,05$ ) (рис. 2б).

Дизадаптивное достоверное изменение ПД<sup>3</sup> после ликвидации ЧС в сторону увеличения является показателем затянутого процесса восстановления симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы ( $p \leq 0,001$ ), см. рисунок 2б.

До ликвидации пожара в группе пожарных-спасателей  $ИС^1 = 89,05 \pm 4,78$  усл. ед. соответствовал границам физиологического норматива (табл. 3). Через час после ликвидации

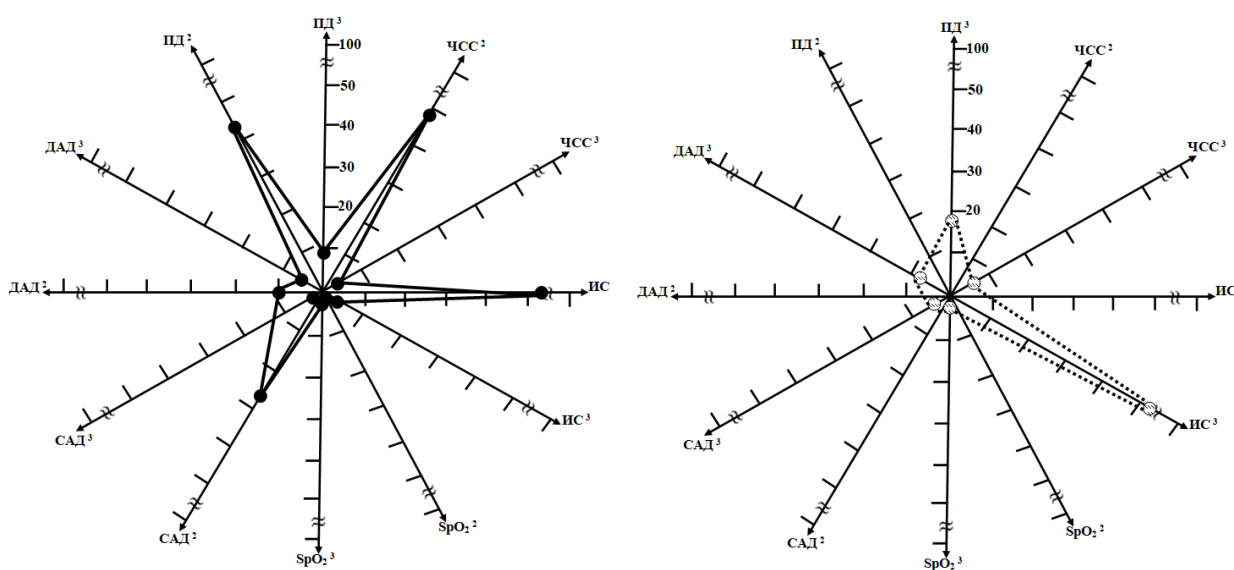
ЧС ИС<sup>2</sup> = 139,17 ± 12,9 усл. ед. оставался выше норматива на 56,3 %, различие является достоверным ( $p \leq 0,001$ ).

После ликвидации ЧС (рис. 3б) средний показатель ЧСС<sup>3</sup> не возвратился к первоначальной характеристике, и различие было достоверным ( $p \leq 0,05$ ). Таким образом, процесс восстановления ЧСС оказался отставленным по времени.

Показатели пожарных-спасателей SpO<sub>2</sub><sup>1</sup> – до и SpO<sub>2</sub><sup>3</sup> – после ликвидации ЧС соответствуют границам физиологического норматива, но показатели не являются оптимальными (98–100 %): 97,53 ± 0,38; 96,1 ± 0,38% ( $p \leq 0,05$ ), см. рисунок 4б. Снижение на 1,5 % является достоверным.

Таким образом, среди оперативных индикаторных характеристик пожарных-спасателей в условиях тренировочного процесса и ликвидации ЧС показатель ПД был выявлен, как наиболее информативный.

Анализ состояния показателей ССС, ИС и SpO<sub>2</sub> выявил, что значительные физиологические перегрузки, полученные в условиях тренировки или ликвидации ЧС, приводят к дисфункциональному/дизадаптивному изменению вегетативных характеристик. Однако негативные изменения в организме пожарных-спасателей наблюдаются уже после заступления на дежурство, что является, согласно функционально-метаболической концепции, адаптивной реакцией организма к предстоящей деятельности. Таким образом, некоторые из показателей, которые анализируются в условиях предварительного медицинского осмотра, непосредственно перед работой, не являются информативными с точки зрения определения группы риска и не позволяют осуществить прогноз эффективности дальнейшего выполнения профессиональной деятельности. Наиболее точным оперативным показателем состояния сердечно-сосудистой системы оказались ПД и ИС (рис. 5).



а – в условиях тренировки

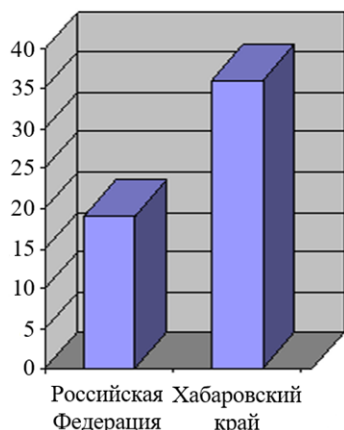
б – в условиях ликвидации ЧС

Рисунок 5. – Парциальные функции кислородтранспортной системы пожарных-спасателей в % по отношению к состоянию без нагрузок,  $n = 91$

В процессе тренировочного процесса происходит медленная аккумуляция интегрирующих механизмов, согласованность изменения отдельных звеньев функциональной системы, обеспечивая функциональную специализированную гипертрофию и биологическую надежность организма [26].

Работа пожарных связана с такими экстремальными ситуациями, с которыми большинство людей за свою жизнь могли ни разу не столкнуться. По мнению специалистов, каждый пожар индивидуален и протекает по своему сценарию. Выезжая на пожар, ни один из пожарных-спасателей не может утверждать, что это будет простой пожар. Пожар в силу

своих особенностей часто просто непредсказуем. Необходимость принимать быстрые решения по тушению, переживания, если решения оказались неверными, невозможность спасения людей из-за нештатного развития ситуации, гибель детей – все это наносит тяжелые травмы нервной системе пожарных [25]. Исследование в течение 3 лет не выявило гибели пожарных в обследуемых частях Хабаровска по причине несчастного случая.



**Рисунок 6. – Смертность от профессиональных сердечно-сосудистых заболеваний (на 10 000 пожарных-спасателей в год)**

Смертность пожарных-спасателей в Хабаровске превышает смертность пожарных-спасателей в Российской Федерации в 1,9 раза (рис. 6). Средний возраст умерших составляет  $49,00 \pm 0,6$  года [27].

Однако смерть от профессиональных заболеваний, связанных с ССС, составила 1 на 91 пожарного по Хабаровску за период 2021–2023 гг. (124.8 Другие формы острой ишемической болезни сердца<sup>2</sup>).

### Заключение

1. Негативные изменения некоторых индикаторных показателей газотранспортной системы (систолического, диастолического и пульсового давления) в среднем определены в организме пожарных-спасателей после заступления на дежурство, без влияния каких-либо нагрузок, что является, согласно функционально-метаболической концепции, адаптивной реакцией организма к предстоящей деятельности.

2. В процессе тренировки в зимнее время с полной экипировкой были определены сдвиги показателей в сторону дисфункции и дизадаптации, но систолическое, диастолическое давление, частота сердечных сокращений и индекс стресса практически возвращались к первоначальным показателям в течение часа после окончания тренировки, что указывает на положительный вариант процессов восстановления.

3. В условиях ликвидации чрезвычайной ситуации средние систолическое, пульсовое давление, частота сердечных сокращений и индекс стресса пожарных-спасателей достоверно различались в сторону увеличения ( $p \leq 0,05$ ) в сравнении с исходными значениями, что свидетельствует о затянутом процессе восстановления симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. До/после тренировки и ликвидации чрезвычайной ситуации насыщенность крови кислородом пожарных-спасателей соответствовала пределу физиологического норматива, но показатели не являлись оптимальными.

4. Для выявления группы риска пожарных-спасателей наиболее точными оперативными показателями состояния кислородтранспортной системы и состояния организма определены пульсовое давление и индекс стресса.

**Возможность использования на практике.** Создана единая база данных показателей сердечно-сосудистой системы пожарных-спасателей. На данном этапе научная работа является законченной и может быть внедрена в практику в виде предложений: о проведении профилактической индикации пульсового давления перед выходом на смену, для определения группы риска, осуществления коррекционных воздействий; о создании полезной модели по обеспечению безопасности для пожарных-спасателей путем отслеживания параметров на пульте руководства.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бокатуев, П.С. Влияние продуктов горения на здоровье пожарного и его трудоспособность / П.С. Бокатуев // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности: мате-

<sup>2</sup> Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем.

- риалы VI Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей, Волгоград, 22–27 апр. 2019 г. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2019. – С. 127–129. – EDN: XCVVLN.
2. Боландина, Е.С. Влияние опасных факторов пожара на организм человека [Электронный ресурс] / Е.С. Боландина // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 2. – Режим доступа: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=16913> – Дата доступа: 10.10.2023. – EDN: YPSFFR.
  3. Медведев, В.И. Адаптация человека / В.И. Медведев. – СПб.: Институт психологии РАН, 2003. – 551 с.
  4. Власов, М.Ю. Изменение функционально-метаболических характеристик спортсменов по пауэрлифтингу в период подготовки к соревнованиям, в условиях задымления воздуха г. Хабаровска / М.Ю. Власов, Е.Д. Целых, М.Х. Ахтямов // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке: труды Всероссийской научно-практической конференции творческой молодежи с международным участием, Хабаровск, 16–19 апреля 2019 г.: в 2 т. – Хабаровск: ДВГУПС, 2019. – Т. 2. – С. 14–19. – EDN: MTDAIL.
  5. Тэтчел, Дж. Твое питание и здоровье: справочник / Дж. Тэтчел, Дж. Веллс. – М.: Росмэн, 1996. – 96 с.
  6. Сергейчик, Н.А. Уровень физического здоровья студентов 1-го курса 2020–2021 учебного года / Н.А. Сергейчик // Кооперация и предпринимательство: состояние, проблемы и перспективы: сборник научных трудов V Международной конференции молодых ученых, аспирантов, студентов и учащихся, Чебоксары, 19 ноября 2021 г. – Чебоксары: Издательский дом «Среда», 2021. – С. 130–133. – EDN: VFXTCE.
  7. Скворцов, Д.А. Контроль параметров сердечно-сосудистой системы у пожарных-спасателей во время несения службы (в отсутствие ЧС) / Д.А. Скворцов, Е.Д. Целых, М.Х. Ахтямов // Научно-техническому и социально-экономическому развитию Дальнего Востока России – инновации молодых: тезисы докладов 81-й Межвузовской студенческой научно-практической конференции, Хабаровск, 20–24 марта 2023 г.: в 2 т. – Хабаровск: ДВГУПС, 2023. – Т. 2. – С. 20.
  8. Головенкин, Г.Д. Влияние занятий спортом на изменение пульсового давления / Г.Д. Головенкин, И.С. Бяков // Авиценна. – 2020. – № 68. – С. 13–14. – EDN: FKUBKV.
  9. Бекмурадова, М.С. Связь между повышенным пульсовым давлением и натрийуретическим пептидом / М.С. Бекмурадова, С.Н. Хайдаров // Журнал кардиореспираторных исследований. – 2022. – Т. 3, № 1. – С. 26–29.
  10. Власова, Е.М. Особенности психофизиологического состояния работников вредных (опасных) условий труда с установленным диагнозом артериальной гипертензии / Е.М. Власова и др. // Анализ риска здоровью – 2020: материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Пермь, 13–15 мая 2020 г.: в 2 т. – Пермь: ПНИПУ, 2020. – Т. 2. – С. 133–141. – EDN: NYDOXY.
  11. Верзунов, В.А. Гигиеническая оценка условий труда и состояния здоровья пожарных: дис. ... канд. мед. наук: 14.02.04 / В.А. Верзунов. – Иркутск, 2006. – 131 л.
  12. Мартынова, Д.С. Гематологические показатели юных конькобежцев во время соревновательного периода / Д.С. Мартынова, Р.Р. Альметова, А.А. Набатов // Современные проблемы и перспективы развития системы подготовки спортивного резерва в преддверии XXXI Олимпийских игр в Рио-де-Жанейро: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Казань, 26–27 ноября 2015 г. – Казань: Поволжская ГАФКСиТ, 2015. – С. 77–79. – EDN: VHYFON.
  13. Райчик, Д.Е. Секреты артериальной гипертонии / Д.Е. Райчик, Д.Т. Райт, М.С. Смит. – М.: Бином, 2005. – 168 с.
  14. Евдокимов, А.В. К вопросу о профилактике заболеваний населения, связанных с ожирением / А.В. Евдокимов и др. // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 11. – С. 17–19. – EDN: SZGFSH.
  15. Гуревич, К.Г. Анализ частоты некоторых факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний у лиц опасных профессий / К.Г. Гуревич [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2016. – Т. 15, № 4. – С. 55–59. DOI: 10.15829/1728-8800-2016-4-55-59. – EDN: WJDXMF.
  16. Головенкин, Г.Д. Влияние занятий спортом на изменение пульсового давления / Г.Д. Головенкин, И.С. Бяков // Авиценна, 2020. – № 68. – С. 13–14. – EDN: FKUBKV.

17. Агаджанян, Н.А. Основы физиологии человека: учебник / Н.А. Агаджанян [и др.]. – М.: Издательство РУДН, 2005. – 408 с.
18. Великанова, Л.К. Практические занятия по возрастной физиологии и школьной гигиене: учебное пособие / Л.К. Великанова [и др.]. – М.: Энергомаш-Рекмод, 1992. – С. 11–22.
19. Миняева, А.В. Постуральные особенности реакций дыхания на добавочное сопротивление / А.В. Миняева [и др.] // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология, 2011. – № 22. – С. 18–33. – EDN: OFMYWR.
20. Нененко, Н.Д. Особенности физического развития и физической подготовленности спасателей-пожарных различных возрастных групп, проживающих в северном регионе / Н.Д. Нененко, А.В. Тукранов, М.В. Стогов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта, 2021. – № 2 (192). – С. 224–230. – EDN: TLVGHL.
21. Физическая и профессиональная подготовка обучающихся в системе МЧС России: учебник. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2019. – Т. 1. – 480 с. – EDN: OFVVGI.
22. Основные виды деятельности и психологическая пригодность к службе в системе органов внутренних дел: справ. пособие / Под ред. Б.Г. Бовина, Н.И. Мягих, А.Д. Сафронова. – М.: НИЦ проблем медицинского обеспечения, 1997. – 344 с.
23. Аулик, И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И.В. Аулик. – М.: Медицина, 1990. – 191 с.
24. Остроумова, О.Д. Пульсовое артериальное давление и когнитивные нарушения / О.Д. Остроумова, А.И. Кочетков, Т.М. Остроумова // Российский кардиологический журнал, 2021. – Т. 26, № 1. – С. 119–127. – DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4317. – EDN: SPHHCQ.
25. Кашин, А.Н. Исследование физических и временных показателей пожарных при подъеме по лестничным маршам на высоту / А.Н. Кашин // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. – 2022. – № 4 (8). – С. 30–36. – DOI: 10.34987/2712-9233.2022.72.58.006. – EDN: RTKROI.
26. Романов, Ю.Н. Моделирование физкультурно-спортивного образовательного информационного пространства на основании новых нейрофизиологических данных в системе интегральной подготовки / Ю.Н. Романов, А.П. Исаев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2012. – № 42 (301). – С. 9–17. – EDN: PJQHNP.
27. Дедюн, С.В. Оценка профессионального риска заболеваемости и гибели пожарных / С.В. Дедюн, В.В. Воронова // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: Мат-лы 46-й науч.-техн. конф. студентов и аспирантов, 1–15 апр. 2016 г. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, 2016. – С. 152–154. – EDN: WEBZFR.

**Изменения оперативных индикаторных характеристик сердечно-сосудистой системы  
пожарных-спасателей, определяющие группу риска**  
**Changes in operational indicator characteristics of the cardiovascular system  
of firefighter-rescuers defining the risk group**

***Цельх Екатерина Дмитриевна***

доктор биологических наук, профессор  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Дальневосточный  
государственный университет путей  
сообщения», кафедра «Техносферная  
безопасность», профессор

Адрес: ул. Серышева, 47,  
680021, г. Хабаровск, Россия  
Email: celixed@mail.ru  
SPIN-код: 9224-8233

***Ekaterina D. Tselykh***

Grand PhD in Biology Sciences, Professor  
Federal State Budgetary Educational  
Institution of Higher Education  
«Far Eastern State Transport University»,  
Chair of Technosphere Safety,  
Professor

Address: Serysheva str., 47,  
680021, Khabarovsk, Russia  
Email: celixed@mail.ru  
ORCID: 0000-0003-3935-9195

***Скворцов Данила Александрович***

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Дальневосточный  
государственный университет путей  
сообщения», студент

Адрес: ул. Серышева, 47,  
680021, г. Хабаровск, Россия  
Email: danilaro.01@mail.ru

***Danila A. Skvortsov***

Federal State Budgetary Educational  
Institution of Higher Education  
«Far Eastern State Transport University»,  
student

Address: Serysheva str., 47,  
680021, Khabarovsk, Russia  
Email: danilaro.01@mail.ru

***Ахтямов Мидхат Хайдарович***

доктор биологических наук, профессор  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Дальневосточный  
государственный университет путей  
сообщения», кафедра «Техносферная  
безопасность», заведующий кафедрой

Адрес: ул. Серышева, 47,  
680021, г. Хабаровск, Россия  
Email: amidkhat@gmail.com  
SPIN-код: 4326-6283

***Midhat H. Akhtyamov***

Grand PhD in Biology Sciences, Professor  
Federal State Budgetary Educational  
Institution of Higher Education  
«Far Eastern State Transport University»,  
Chair of Technosphere Safety,  
Head of the Chair

Address: Serysheva str., 47,  
680021, Khabarovsk, Russia  
Email: amidkhat@gmail.com  
ORCID: 0009-0003-2869-1923

***Кузьмичев Евгений Николаевич***

кандидат технических наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Дальневосточный  
государственный университет путей  
сообщения», кафедра «Техносферная  
безопасность», доцент

Адрес: ул. Серышева, 47,  
680021, г. Хабаровск, Россия  
Email: e\_kuzmichev@mail.ru  
SPIN-код: 7926-4352

***Evgeny N. Kuzmichev***

PhD in Technical Sciences, Associate Professor  
Federal State Budgetary Educational  
Institution of Higher Education  
«Far Eastern State Transport University»,  
Chair of Technosphere Safety,  
Associate Professor

Address: Serysheva str., 47,  
680021, Khabarovsk, Russia  
Email: e\_kuzmichev@mail.ru

## CHANGES IN OPERATIONAL INDICATOR CHARACTERISTICS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF FIREFIGHTER-RESCUERS DEFINING THE RISK GROUP

**Tselykh E.D., Skvortsov D.A., Akhtyamov M.H., Kuzmichev E.N.**

*Purpose.* Determination of operational indicator characteristics of the cardiovascular system of fire-rescuers after going on duty, the training process and liquidation of an emergency to identify a risk group.

*Methods.* The characteristics of the oxygen transport system were studied: heart rate; systolic and diastolic pressure (SBP and DBP); pulse pressure (PP); blood oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>), stress index (SI) of fire rescuers and fire truck drivers (comparison group) working in Khabarovsk.

The functional characteristics of heart rate, SpO<sub>2</sub>, SI were measured using the Angioscan-01P device; SBP, DBP by Korotkov method using a device for measuring blood pressure (BP) OmronM2 Eco. Anthropometric morphological indicators: height (H) and body mass (BM) were measured using a «Tvesm RP height meter» and a «VMEN-150-50/100-D2-A» floor scale. Calculated indicators are presented: PP and body mass index (BMI).

*Findings.* A tendency towards height H and BM indicators among drivers of fire trucks (group B) was determined. In all groups, BMI corresponds to the upper limit of the physiological norm and can be considered, taking into account the  $\pm m$  range, as increased BM due to excess nutrition.

Analysis of the indicator characteristics of the cardiovascular system (CVS) of fire-rescuers (group A) revealed that after going on duty (08.30) some indicators were above the standard limit, especially PP, which is consistent with the concept of functional-metabolic adaptation, which manifests itself before execution work for people associated with extreme loads. After training, most CVS indicators were practically restored to their original values. However, during training, PP increased, and after 60 min after training there was no PP recovery. A disadaptive change in PP after the elimination of an emergency is an indicator of a lag in the processes of restoring the balance of the autonomic nervous system (ANS) and can lead to headaches, disorientation, and temporary inability to make decisions. The most operational characteristic that determines the state of the fire fighters' body when performing extreme loads is PP, which can be taken into account when admitting them to training and emergency response.

*Application field of research.* The results of the study can be put into practice in the form of proposals for carrying out preventive indication of PP and SI before going on shift to determine the risk group and ocorrective actions.

*Keywords:* firefighters, cardiovascular system, blood pressure, heart rate, stress index, emergency.

(The date of submitting: October 20, 2023)

### REFERENCES

1. Bokatiev P.S. Vliyanie produktov goreniya na zdorov'e pozharnogo i ego trudosposobnost' [The effect of gorenje products on the health of a firefighter and his ability to work]. *Proc. of VI All-Russian (with international participation) Scientific and Technical Conference of young researchers «Aktual'nye problemy stroitel'stva, ZhKKh i tekhnosfernoy bezopasnosti»*, Volgograd, April 22–27, 2019. Volgograd: Volgograd State Technical University, 2019. Pp. 127–129. (rus). EDN: XCVVLN.
2. Bolandina, E.S. Vliyanie opasnykh faktorov pozhara na organizm cheloveka [The effect of fire hazards on the human body]. *Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy vestnik*, 2017. No. 2. Available at: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=16913> (accessed: October 8, 2024). (rus). EDN: YPSFFR.
3. Medvedev V.I. *Adaptatsiya cheloveka* [Human adaptation]. Saint-Petersburg: Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences, 2003. 551 p. (rus)
4. Vlasov M.Yu., Tselykh E.D., Akhtyamov M.Kh. Izmenenie funktsional'no-metabolicheskikh kharakteristik sportsmenov po pauerliftingu v period podgotovki k sorevnovaniyam, v usloviyakh zadymleniya vozdukha g. Khabarovska [Change of functional-metabolic characteristics of athletes sportsmen on power lifting in the period of preparation for the competitions, in the conditions of air hazarding Khabarovsk]. *Proc. of All-Russian Scientific and practical conference of creative youth with international participation «Nauchno-tekhnicheskoe i ekonomicheskoe sotrudnichestvo stran ATR v XXI veke»*, Khabarovsk, April 16–19, 2019. In 2 vol. Khabarovsk: FESTU, 2019. Vol. 2. Pp. 14–19. (rus). EDN: MTDAIL.
5. Thatchel J, Wells J. *Tvoe pitanie i zdorov'e* [Your Food and Health]: handbook. Moscow: Rosmen, 1996. 410 p. (rus)



6. Sergeychik N.A. Uroven' fizicheskogo zdorov'ya studentov 1-go kursa 2020–2021 uchebnogo goda [The level of physical health of 1st year students of the 2020–2021 academic year]. *Proc. of V International Conference of Young Scientists, Postgraduates, Students and Students «Kooperatsiya i predprinimatel'stvo: sostoyanie, problemy i perspektivy»*, Cheboksary, November 19, 2021. Cheboksary: Sreda, 2021. Pp. 130–133. (rus). EDN: VFXTCE.
7. Skvortsov D.A., Tselykh E.D., Akhtyamov M.Kh. Kontrol' parametrov serdechno-sosudistoy sistemy u pozharnykh-spasateley vo vremya neseniya sluzhby (v otsutstvie ChS) [Monitoring of the parameters of the cardiovascular system of firefighters and rescuers during duty (in the absence of an emergency)]. *Proc. of 81st Interuniversity Student Scientific and Practical Conference «Nauchno-tekhnicheskomu i sotsial'no-ekonomicheskomu razvitiyu Dal'nego Vostoka Rossii – innovatsii molodykh»*, Khabarovsk, March 20–24, 2023. In 2 vol. Khabarovsk: FESTU, 2023. Vol. 2. P. 20. (rus)
8. Golovenkin G.D., Byakov I.S. Vliyanie zanyatiy sportom na izmenenie pul'sovogo davleniya [Influence of sports on changes in pulse pressure]. *Avicenna*, 2020. No. 68. Pp. 13–14. (rus). EDN: FKUBKV.
9. Bekmuradova M.S., Khaidarov S.N. The relationship between elevated pulse pressure and natriuretic peptide. *Journal of cardiorespiratory research*, 2022. Vol. 3, No. 1. Pp. 26–29.
10. Vlasova E.M., Ustinova O.Yu., Ivashova Yu.A., Nosov A.E., Kostarev V.G. Osobennosti psikhofiziologicheskogo sostoyaniya rabotnikov vrednykh (opasnykh) usloviy truda s ustanovlennym diagnozom arterial'noy gipertenzii [Features of the psychophysiological state of workers in harmful (dangerous) working conditions with an established diagnosis of arterial hypertension]. *Proc. of X All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation «Analiz riska zdorov'yu – 2020»*, Perm, May 13–15, 2020. In 2 vol. Perm: PNRPU, 2020. Vol. 2. Pp. 133–141. (rus). EDN: HYDOXY.
11. Verzunov V.A. *Gigienicheskaya otsenka usloviy truda i sostoyaniya zdorov'ya pozharnykh* [Hygienic assessment of working conditions and health status of firefighters]. PhD med. sci. diss.: 14.02.04. Irkutsk, 2006. 131 p. (rus)
12. Martynova D.S., Al'metova R.R., Nabatov A.A. Gematologicheskie pokazateli yunykh kon'kobezhitsev vo vremya sorevnovatel'nogo perioda [Hematological parameters of young skaters during the competition period]. *Proc. of All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation «Sovremennye problemy i perspektivy razvitiya sistemy podgotovki sportivnogo rezerva v preddverii XXXI Olimpiyskikh igr v Rio-de-Zhaneyro»*, Kazan, November 26–27, 2015. Kazan: Volga Region State Academy of Physical Culture, Sports and Tourism, 2015. Pp. 77–79. (rus). EDN: VHYFON.
13. Raytsik D.E., Rayt D.T., Smit M.S. *Sekrety arterial'noy gipertonii* [Secrets of arterial hypertension]. Moscow: Binom, 2005. 168 p. (rus)
14. Evdokimov A.V., Rakhmanov R.S., Gruzdeva A.E., Filippova O.N. K voprosu o profilaktike zabolevaniy naseleniya, svyazannykh s ozhireniem [On prevention of diseases associated with obesity among population]. *Public Health and Life Environment*, 2014. No. 11. Pp. 17–19. (rus). EDN: SZGFSH.
15. Gurevich K.G., Arkhangel'skaya A.N., Pustovalov D.A., Anishchenko A.P., Burdyukova E.V., Rogoznaya E.V. Analiz chastoty nekotorykh faktorov riska razvitiya serdechno-sosudistyykh zabolevaniy u lits opasnykh professiy [Analysis of prevalence of selected cardiovascular risk factors in dangerous occupations]. *Cardiovascular Therapy and Prevention*, 2016. Vol. 15, No. 4. Pp. 55–59. (rus). DOI: 10.15829/1728-8800-2016-4-55-59. EDN: WJDXMF.
16. Golovenkin G.D., Byakov I.S. Vliyanie zanyatiy sportom na izmenenie pul'sovogo davleniya [The influence of sports on the change in pulse pressure]. *Avicenna*, 2020. No. 68. Pp. 13–14. (rus). EDN: FKUBKV.
17. Agadzhanian N.A., Vlasova I.G., Ermakova N.V., Torshin V.I. *Osnovy fiziologii cheloveka* [Fundamentals of human physiology]: textbook. Moscow: RUDN University, 2000. 408 p. (rus)
18. Velikanova L.K., Guminskiy A.A., Zagorskaya V.N. et al. *Prakticheskie zanyatiya po vozrastnoy fiziologii i shkol'noy gigiene* [Practical exercises in age physiology and school hygiene]: tutorial. Moscow: Energomash-Rekmod, 1992. Pp. 11–22. (rus)
19. Minyaeva A.V., Morozov G.I., Petushkov M.N., Zolotukhina Ya.G. et al. Postural'nye osobennosti reaktsiy dykhaniya na dobavochnoe soprotivlenie [Postural features of respiratory reactions to additional resistance]. *Bulletin of Tver State University. Series: Biology and Ecology*, 2011. No. 22. Pp. 18–33. (rus). EDN: OFMYWR.
20. Nenenko N.D., Tukranov A.V., Stogov M.V. Osobennosti fizicheskogo razvitiya i fizicheskoy podgotovlennosti spasateley-pozharnykh razlichnykh vozrastnykh grupp, prozhivayushchikh v severnom regione [Features of physical development and physical fitness of rescuers-firefighters of various age groups living in the northern region]. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, 2021. No. 2 (192). Pp. 224–230. (rus). EDN: TLVGHL.



21. *Fizicheskaya i professional'naya podgotovka obuchayushchikhsya v sisteme MChS Rossii* [Physical and vocational training of students in the EMERCOM of Russia system]: textbook. Saint-Petersburg: St. Petersburg University of the State Fire Service of EMERCOM of Russia, 2019. Vol. 1. 480 p. (rus). EDN: OFVVGI.
22. *Osnovnye vidy deyatel'nosti i psikhologicheskaya prigodnost' k sluzhbe v sisteme organov vnutrennikh del* [Main activities and psychological suitability for service in the system of internal affairs bodies]. Ed. by B.G. Bovin, N.I. Myagkikh, A.D. Safronov. Moscow: Research Center for Medical Support Problems, 1997. 344 p. (rus)
23. Aulik I.V. *Opredelenie fizicheskoy rabotosposobnosti v klinike i sporte* [Determination of physical performance in the clinic and sports]. Moscow: Meditsina, 1990. 191 p. (rus)
24. Ostroumova O.D., Kochetkov A.I., Ostroumova T.M. Pul'sovoe arterial'noe davlenie i kognitivnye narusheniya [Pulse pressure and cognitive impairment]. *Russian Journal of Cardiology*, 2021. Vol. 26, No. 1. Pp. 119–127. (rus). DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4317. EDN: SPHHCQ.
25. Kashin A.N. Issledovanie fizicheskikh i vremennykh pokazateley pozharnykh pri pod"eme po lestnichnym marsham na vysotu [Investigation of physical and temporal indicators of firefighters when climbing stairs to a height]. *Actual Security Problems in the Technosphere*, 2022. No. 4 (8). Pp. 30–36. (rus). DOI: 10.34987/2712-9233.2022.72.58.006. EDN: RTKROI.
26. Romanov Yu.N., Isaev A.P. Modelirovanie fizkul'turno-sportivnogo obrazovatel'nogo informatsionnogo prostranstva na osnovanii novykh neyrofiziologicheskikh dannykh v sisteme integral'noy podgotovki [Modeling of the physical culture and sports educational information space on the basis of new neurophysiological data in the integrated training system]. *Bulletin of South Ural State University. Series: Education, Health, Physical Culture*, 2012. No. 42 (301). Pp. 9–17. (rus). EDN: PJQHHP.
27. Dedyun S.V., Voronova V.V. Otsenka professional'nogo riska zaboлеваemosti i gibeli pozharnykh [Occupational risk assessment of morbidity and death of firefighters]. *Proc. of 46th Scientific-technical conf. students and postgraduates «Nauchno-tekhnicheskoe tvorchestvo aspirantov i studentov»*, Komsomolsky-on-Amur, April 1–15, 2016. Komsomolsky-on-Amur State Technical University, 2016. Pp. 152–154. (rus). EDN: WEBZFR.