

Научная статья

УДК 614.849

doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2022.83.23.009

МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ ДЛЯ РАБОТЫ В СРЕДСТВАХ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Сергей Геннадьевич Каврига

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия

Автор ответственный за переписку: Сергей Геннадьевич Каврига, serkav312@mail.ru

Аннотация. В статье предлагаются изменить методики, используемые в подразделениях пожарной охраны, для оценки уровня физической работоспособности пожарных и спасателей к работе в средствах индивидуальной защиты органов дыхания. Предложенные методики приводятся в соответствии с модификациями функциональной пробы *Physical Working Capacity* (PWC_{170}) и Гарвардским степ-тестом, устраняются имеющиеся ошибки, упрощается проведение расчетов. Измененные методики предлагается использовать для первичной аттестации на право самостоятельной работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания.

Ключевые слова: пожарный, первичная аттестация, средства индивидуальной защиты органов дыхания, функциональная проба, физическая работоспособность, методика оценки

Для цитирования: Каврига С.Г. Методики оценки физической подготовленности пожарных и спасателей для работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания// Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2022. № 1 (24). С. 100-109.
<https://dx.doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2022.83.23.009>.

METHODS FOR ASSESSING THE PHYSICAL FITNESS OF FIREFIGHTERS AND RESCUERS TO WORK IN PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT OF THE RESPIRATORY SYSTEM

Sergei G. Kavriga

Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia

Corresponding author: Sergei G. Kavriga, serkav312@mail.ru

Abstract. The article proposes to change the methods used in fire departments to assess the level of physical performance of firefighters and rescuers to work in personal respiratory protective equipment. The proposed methods are presented in accordance with the modifications of the functional test Physical Working Capacity (PWC_{170}) and the Harvard step test, existing errors are eliminated, and calculations are simplified. The modified methods are proposed to be used for primary certification for the right to work independently in personal protective equipment for the respiratory organs.

Key words: firefighter, primary certification, personal protective equipment of the respiratory system, functional test, physical performance, assessment method

For citation: Kavriga S.G. Methods for assessing the physical fitness of firefighters and rescuers to work in personal protective equipment of the respiratory system// Siberian Fire and Rescue Bulletin 2022. № 1 (24). С. 100-109. <https://dx.doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2022.83.23.009>.

При рассмотрении проблемных вопросов оценки физической подготовленности пожарных и спасателей к работе в средствах индивидуальной защиты органов дыхания (далее – СИЗОД) [1] была показана необходимость оценки уровня физического развития и подготовленности газодымозащитника на различных этапах подготовки. Особенно актуальным этот вопрос, в ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (далее - Академия), встает при проведении первичной аттестации курсантов на право самостоятельной работы в СИЗОД обуславливающей их допуск, в соответствии с требованиями приказа МЧС России [2], для работы в качестве газодымозащитника. При всей однозначности понимания необходимости проведения оценки уровня физической подготовленности газодымозащитников при допуске и подтверждении к работе в качестве газодымозащитника, в настоящее время, нет действующих документов, определяющих методику их проведения.

Используемые для оценки физической подготовки газодымозащитников методики были изложены в документах [3,4] на настоящей момент либо отмененных, либо не имеющих официального статуса. Кроме этого, при анализе методик, приведенных в этих документах и сравнении их с общепринятыми физиологическими пробами, установлен ряд ошибок и отклонений, ставящих под сомнение их валидность.

Целью статьи является предложение и обоснование методик оценки физической подготовленности курсантов при проведении аттестации на право самостоятельной работы в СИЗОД в Академии. Предлагаемые методики должны иметь научное обоснование и быть согласованными как с общепризнанными физиологическими пробами, так и между собой.

Методика оценки физической работоспособности газодымозащитников

Функциональная проба PWC170 является общепризнанной и рекомендована в 1968 году Всемирной организацией здравоохранения в качестве эталона для оценки физической работоспособности человека. В изначальном виде проба довольно сложна для проведения и оценки результатов, поэтому более рациональным является использование ее модификации (модификация Карпмана) [5]. Данная модификация представляет собой двигательный тест с двумя различными нагрузками, отдыхом между ними и контролем частоты сердечных сокращений (далее – ЧСС) после каждой нагрузки. По результатам замера ЧСС определяется абсолютная величина PWC170 характеризующая физическую работоспособность человека. Для более достоверного результата определяется относительная величина PWC170.

Для оценки физической работоспособности наиболее распространены пробы с использованием велоэргометра или ступенек. Несмотря на то, что функциональная проба с использованием велоэргометра более точна, для практического использования более доступна проба с использованием ступенек. Оборудование для такой пробы не требует значительных материальных затрат и может быть изготовлено в подразделениях самостоятельно. И хотя двигательный тест с использованием ступенек может быть проведена по различным методикам, с различной высотой ступенек, с разным темпом и временем выполнения нагрузок, актуальней проводить его со ступеньками высотой 0,25м и 0,5м, имеющихся в большинстве подразделений пожарной охраны.

Анализ используемой методики оценки физической работоспособности газодымозащитников, проведенный в статье [5], показал, что диапазон показателей ЧСС в конце первой, второй нагрузок и отдыха при проведении теста соответствует, либо незначительно отличается от рекомендуемых показателей пробы PWC170. Поэтому за основу можно принять методику оценки физической работоспособности газодымозащитников в соответствии с изложенной в документах [3,4], устранив выявленные в ходе анализа ошибки и отклонения.

К отклонениям и недостаткам используемой методики относятся:

- неверно выбранное время для подсчета ЧСС;
- несоответствие показателей с оценкой уровня адаптации к физическим нагрузкам в условиях теплового воздействия;
- ошибки в формулах.

К ошибкам относятся:

1. разное обозначение величин;
2. пропущенный множитель в числителе;
3. отсутствие коэффициента, учитывающего спуск (отрицательную работу).

Если исправление первых двух пунктов не представляют проблем, то по значению величины коэффициента, учитывающего работу при спуске со ступеньки, отсутствует единое мнение. Разные авторы принимают эту величину различной – от 0,22 до 0,5, при этом обоснование использования конкретного коэффициента не приводится.

Для проведения расчетов остановимся на обосновании Аулика И.В. «для практических целей принято, что мощность 700 кгм/мин (115 Вт) без учета «отрицательной работы» в степ-тесте соответствует 1000 кгм/мин (165 Вт) при работе на велоэргометре» [6, с.129]. То есть энергозатраты при спуске с лестницы («отрицательная работа») составляют 0,43 от затрат на подъем. Поэтому, для пересчета показателей выбираем коэффициент равный 1,43.

Перед изменением методики, для избежание путаницы, определимся с обозначением используемых величин и упростим порядок проведения расчетов.

Примем следующие обозначения используемых при оценке величин:

W_1 - мощность, развиваемая при восхождении на ступеньку (первая нагрузка);

W_2 - мощность, развиваемая при восхождении на ступеньку (вторая нагрузка);

P - вес испытуемого;

h - высота ступенек (первая нагрузка - 0,25 м, вторая нагрузка - 0,5 м);

n - частота восхождений в минуту;

K - постоянная учитывающая спуск со ступенек (принимается равным 1,43);

f_1 – частота пульса в минуту после первой нагрузки (при замерах пульса за 10 секунд принимается равным $6 \times \text{ЧСС}_{10\text{сек}}$);

f_2 – частота пульса в минуту после второй нагрузки (при замерах пульса за 10 секунд принимается равным $6 \times \text{ЧСС}_{10\text{сек}}$).

Для определения относительного значения показателя PWC_{170} используется следующая формула:

$$PWC_{170} = [W_1 + (W_2 - W_1) \frac{170-f_1}{f_2-f_1}] / P \quad (1)$$

Для упрощения формулы подставим в нее значения расчетных мощностей:

$$W_1 = P \times h_1 \times n \times K = P \times 0,25 \times 20 \times K = 5 \times K \times P \quad (2)$$

$$W_2 = P \times h_2 \times n \times K = P \times 0,5 \times 20 \times K = 10 \times K \times P \quad (3)$$

$$PWC_{170} = \frac{P \times K [5 + 5 \frac{170-f_1}{f_2-f_1}]}{P} = K \times (5 + \frac{850-5 \times f_1}{f_2-f_1}) \quad (4)$$

Итоговая формула для расчета будет выглядеть следующим образом:

$$PWC_{170} = K \times (5 + \frac{850-5 \times f_1}{f_2-f_1}) \quad (5)$$

По формуле видно, что расчеты становятся короче и проще, и при этом нет необходимости учитывать вес испытуемого.

Для согласованности с методикой уровня адаптации газодымозащитников к физическим нагрузкам в тепловой камере изменим наименование показателей физической работоспособности. В источниках нет единого обозначения показателей, поэтому примем показатели: низкая, пониженная, средняя, хорошая, отличная.

Используем полученную формулу и внесенные изменения в предлагаемой методике оценки физической работоспособности газодымозащитника.

Предлагаемая методика оценки уровня физической работоспособности газодымозащитника

В основу методики определения уровня физической работоспособности положен метод функциональной пробы PWC_{170} с дозированной физической нагрузкой с определением частоты пульса. Для оценки уровня физической работоспособности определяется относительное значение показателя PWC_{170} на 1 кг веса испытуемого.

Для проведения теста необходимо:

1. Ступеньки для создания дозированной нагрузки.

Одна ступенька высотой 0,25 м, вторая высотой 0,5 м. Ширина каждой не менее 0,4 м, глубина не менее 0,35 м. При необходимости проведения массового тестирования рекомендуются ступеньки с глубиной 0,4 м и шириной 1,2 м (рис. 1). Такие ступени позволяют проводить тестирование одновременно у 3-х человек.

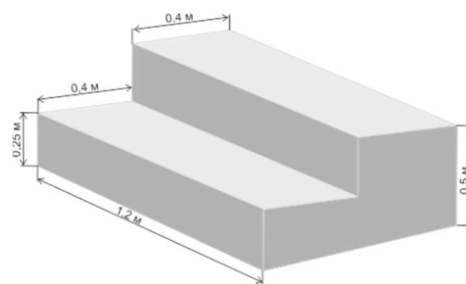


Рис. 5. Ступеньки

2. Технические средства обеспечения теста.

- минимальные (секундомер, метроном);

- рекомендуемые:

а) компьютер или ноутбук – позволяют, используя бесплатные программы, задавать необходимый темп подъема¹, засекать время нагрузки² и отдыха, при использовании пульсометров проводить дистанционный контроль пульса³, сразу заносить в протокол данные и обсчитывать результаты (можно использовать планшеты и смартфоны);

б) пульсометры (нагрудные, оптические на плечо или предплечье, на запястье, с датчиком на пальце). Наиболее точными и надежными являются нагрудные пульсометры и оптические пульсометры на плечо и предплечье (рис.2).

¹ Программы метрономы

² Программа секундомеры

³ Программы контроля тренировочного процесса



а)



б)

Рис. 6. а) нагрудный пульсометр, б) оптический пульсометр на плечо или предплечье

3. Ассистенты (при пальпаторной пульсометрии – из расчета на каждого газодымозащитника одновременно участвующего в пробах, при использовании пульсометра – достаточного одного).

Методика проведения пробы:

- рекомендуемая температура помещения при проведении теста 18-24⁰С;
- форма одежды – спортивная или повседневная;
- проведение разминки перед пробой не допускается;
- перед выполнением пробы разъясняется порядок проведения теста и замеров ЧСС, газодымозащитники выполняют несколько пробных восхождений в заданном темпе;
- выполняются две последовательные нагрузки по 4 минуты (первая – подъем на ступеньку высотой 25 см, вторая - подъем на ступеньку высотой 50 см) с двухминутным отдыхом между ними;
- подъем на ступеньки выполняется в темпе 20 подъемов в минуту, один подъем-спуск на 4 удара метронома (темп метронома задается 80 уд/мин);
- задается темп метрономом (программным аналогом) 80 уд/мин, по команде «Внимание. Старт» начинается выполнение подъема на ступеньку и отсчет времени;
- порядок подъема-спуска: на счет первый удар метронома ставится нога на ступеньку; на второй удар ставится вторая нога на ступеньку, ноги выпрямляются, принимается строго вертикальное положение; на третий удар опускается на пол та же нога, с которой начиналось восхождение; на четвертый удар становится две ноги на пол (Рис. 3). Начинать и заканчивать пробу надо всегда с одной и той же ноги. По ходу выполнения теста разрешается несколько раз менять ногу. При подъеме и спуске руки совершают обычные для ходьбы движения;
- по истечению 4-х минут выполнения нагрузки, по команде «Стоп», подъем-спуск на ступеньку прекращается;
- определение ЧСС производится по окончании первой и второй нагрузок:
 - а) при использовании пульсометра ЧСС уд/мин определяется сразу после прекращения выполнения нагрузок;
 - б) при пальпаторной пульсометрии (Рис. 4) ЧСС определяется за 10 секунд, отсчет времени начинается после начала уверенного прощупывания артерии ассистентом.

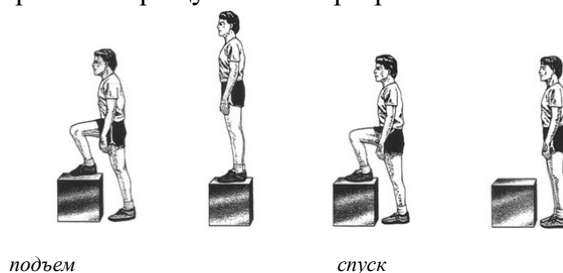


Рис. 7. Порядок подъема на ступеньки



Рис. 8. Способы пальпаторной пульсометрии

Результаты замеров ЧСС (уд/мин) заносятся в протокол, при замерах ЧСС (ударов за 10 сек) результат предварительно умножается на 6, т. е. приводится к уд/мин.

Расчет относительного значения показателя PWC_{170} проводится по формуле:

$$PWC_{170} = K \times \left(5 + \frac{850 - f_1}{f_2 - f_1} \right),$$

где f_1 – ЧСС уд/мин после первой нагрузки (подъем на ступеньку 0,25 м);

f_2 – ЧСС уд/мин после второй нагрузки (подъем на ступеньку 0,5 м);

K – коэффициент, учитывающий «отрицательную» спуск со ступенек, принимается равным 1,43.

Получив относительное значение показателя PWC_{170} и сопоставив ее значение со значениями таблицы показателей можно оценить физическую работоспособность газодымозащитника.

Таблица. Показатели физической работоспособности газодымозащитников с учетом возраста⁴

Возраст, лет	Физическая работоспособность, кгм/мин на 1 кг массы тела				
	Низкая	Пониженная	Средняя	Хорошая	Высокая
20-29	14,2 и менее	14,3 - 16,2	16,3 - 19,3	19,4 - 20,9	21 и более
30-39	12,9 и менее	13,0 - 14,9	15,0-17,9	18,0-19,1	19,2 и более
40-49	11,5 и менее	11,6-13,4	13,5-16,4	16,5 -17,9	18,0 и более
50-59	9,7 и менее	9,8 -12,0	12,1 - 14,9	15,0-16,4	16,5 и более

В соответствии с измененной методикой были пересчитаны результаты исследования проведенными с 184 курсантами в 2020-2021 годах. Сравнение расчетов, проведенных без использования коэффициента ($K=1$) и с использованием коэффициента, учитывающего работу при спуске ($K=1,43$), приведено на диаграмме (рис. 5).

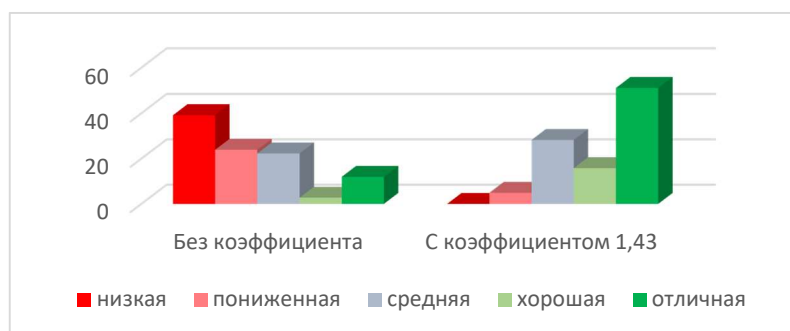


Рис. 9. Процентное соотношение показателей физической работоспособности

⁴ Требуется проверки на валидность для возрастных групп старше 29 лет

Как видно на диаграмме ситуация, когда показатели испытаний у тренированных молодых людей в большинстве случаев оказывались ниже допустимой, была исправлена. Полученные результаты хорошо согласуются с оценкой уровня адаптации к физическим нагрузкам в условиях теплового воздействия проведенной с той же группой испытуемых (рис. 6).

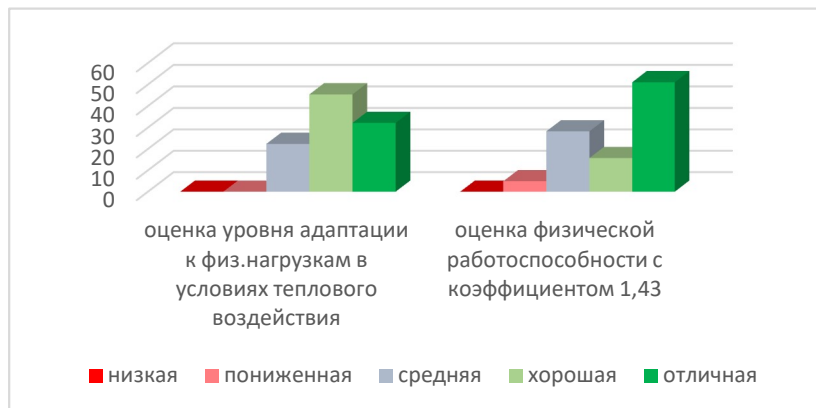


Рис. 10. Сравнительные результаты проведенных проб

В полученных результатах обращает внимание процентное содержание высоких показателей физической работоспособности (52%), объясняемое составом исследуемых. Курсанты, прошедшие исследование, кроме того, что подвергались отбору по физическим показателям при поступлении, проходили, в основной массе, постоянную усиленную физическую подготовку по различным дисциплинам в течении 2-х лет до проведения испытания. Кроме этого, значительная часть курсантов занимается различными видами спорта, а занятия спортом кардинально влияет на физическую работоспособность человека. «Физическая работоспособность по тесту *PWC170* у большинства спортсменов превышает аналогичный показатель у нетренированных. При этом степень увеличения физической работоспособности у представителей различных видов спорта неодинакова (рис. 7). Наибольшее значение величины *PWC170* отмечается у представителей видов спорта циклического характера, уделяющих особое внимание развитию выносливости» [5, с.86]. Например, средний показатель физической работоспособности спортсменов, тренирующихся на выносливость почти в два раза выше, чем у нетренированных людей.



Рис. 11. Средний показатель физической работоспособности различных категорий, кг/мин/кг

По полученным результатам можно сделать вывод, что предложенная методика будет достаточно валидной и ее можно будет использовать для оценки физической работоспособности курсантов, аттестуемых в качестве газодымозащитников.

Методика оценки уровня адаптации к физическим нагрузкам в условиях теплового воздействия

Используемая в подразделениях пожарной охраны методика оценки уровня адаптации к физическим нагрузкам в условиях теплового воздействия⁵, за исключением температурных условий проведения, полностью совпадает со стандартным Гарвардским степ-тестом, поэтому сама методика не вызывает вопросов. Но в ходе анализа, проведенного в статье [1], появился ряд вопросов по применению методики для обследования газодымозащитников. К таким вопросам относятся:

1. Обоснованность использования ее для оценки адаптации к физическим нагрузкам в условиях теплового воздействия. Гарвардским степ-тестом определяется скорость восстановительных процессов организма человека после кратковременной интенсивной работы. В ходе исследования, проведенного с курсантами Академии, не было установлено зависимости скорости протекания восстановительных процессов от повышения температуры до 30 °С (на 6 - 12 °С выше комнатной температуры). Автор не нашел источников, обосновывающих связь скорости протекания восстановительных процессов с адаптацией организма к физическим нагрузкам в условиях теплового воздействия, но при этом есть рекомендации для спортсменов использовать для ускорения восстановительных процессов повышенные температуры в банях и саунах.

2. Обоснованность использования оценочной таблицы для нетренированных лиц. Показатели, показываемые при тестировании газодымозащитников, а тем более курсантов, вероятней всего должны находиться в диапазоне между показателями нетренированных лиц и показателями спортсменов, занимающиеся ациклическими видами спорта. Использование оценочных значений для лиц, занимающихся ациклическими видами спорта (игровые виды, единоборства и другие виды, для которых выносливость не основной показатель) при обработке результатов исследования курсантов Академии показывают, что курсанты, в основной своей массе, показывают положительные результаты.

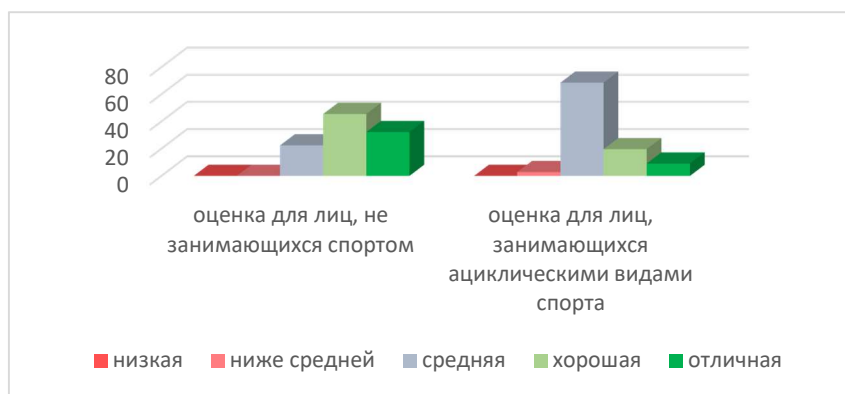


Рис. 12. Результаты обработки показателей по различным оценочным критериям

4. Отсутствие отличий в методике проведения и оценки для различных возрастных групп.

⁵ Приложение 13 Приказа ГУГПС МВД России от 09.11.99. № 86 «Положение о порядке аттестации газодымозащитников в органах управления, подразделениях Государственной противопожарной службы МВД России и пожарно-технических образовательных учреждениях МВД России на право ведения боевых действий по тушению пожаров в непригодной для дыхания среде».

⁵ Приложение 5 Методических рекомендаций по организации и проведению занятий с личным составом ГДЗС ФПС МЧС России. М. 2008г. (с 2021 года не применяется в практической деятельности)

Еще одним вопросом является присутствие в методике сокращенных расчетов на случай массовых исследований. Применение данных расчетов может и были обоснованы при проведении обследования нескольких тысяч студентов Гарвардского университета, но в случае с газодымозащитниками такие массовые обследования представляются не вероятными. Кроме этого выигрыш по времени при использовании сокращенных расчетов составляет 2 минуты (8,5 мин при полном обследовании и 6,5 при сокращенном), но при этом не определяются высокая физическая работоспособность и имеются отличия в 10% результатов, полученных по сокращенной форме и результатов, полученных по полной форме (без учета отсутствия результата «высокая» при исследовании по сокращенной форме).

Несмотря на имеющиеся вопросы к применению данной методики, ее все же целесообразно использовать для оценки физической подготовленности газодымозащитников. Использование данной методики позволяет:

- оценивать закономерности восстановительных реакций организма, тогда как проба *PWC170* оценивает адаптацию к мышечной работе;
- проводить более точные измерения, при отсутствии средств дистанционного контроля ЧСС.

Целесообразно, используя методику, изменить ее название на «оценку физической подготовленности газодымозащитников по скорости восстановительных реакций», убрать из нее сокращенную форму, использовать для фиксации результатов форму протокола.

Результаты исследований показали, что методика оценки физической работоспособности, с предлагаемыми изменениями, является достаточно валидной для возрастной категории 20-29 лет, хорошо согласуется с результатами гарвардского степ-теста и может быть использована при проведении аттестации курсантов Академии на право самостоятельной работы в СИЗОД. Кроме этого предлагаемая методика может быть использована для первичной аттестации газодымозащитников в возрасте до 30 лет. Для других возрастных групп, из-за отсутствия возможностей, исследования по применению методик не проводились.

Оценку уровня адаптации к физическим нагрузкам в условиях теплового воздействия, при аттестации, можно проводить в соответствии с имеющейся методикой, изложенной в документах [3,4], исключив использование сокращенной формы расчетов.

Для дальнейшего совершенствования методик оценки физической подготовленности газодымозащитников и их полноценного использования для всех возрастных категорий нужно проводить дополнительные исследования:

- для методики на основе пробы *PWC170* - по соответствию показателей для разных возрастных групп;
- для методики на основании Гарвардского степ-теста:
 - по обоснованности проведения теста при повышенных температурах;
 - по целесообразности перехода на шкалу оценок для спортсменов, занимающихся ациклическими видами спорта;
 - по изменению методики или оценочных критериев при тестировании различных возрастных групп.

Список источников

1. Каврига С.Г. Проблемные вопросы оценки физической подготовленности пожарных и спасателей к работе в средствах индивидуальной защиты органов дыхания / Каврига С.Г. // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник», 2021, №3. - С.107-115. - Режим доступа: http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2021/v3/N22_107-115.pdf, свободный.
2. Приказ МЧС РФ от 9 января 2013 г. N 3 «Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной

- службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде».
3. Приказ ГУГПС МВД России от 09.11.99. № 86 «Положение о порядке аттестации газодымозащитников в органах управления, подразделениях Государственной противопожарной службы МВД России и пожарно-технических образовательных учреждениях МВД России на право ведения боевых действий по тушению пожаров в непригодной для дыхания среде».
 4. Методические рекомендации по организации и проведению занятий с личным составом ГДЗС ФПС МЧС России. М. 2008г. (с 2021 года не применяется в практической деятельности в системе МЧС России).
 5. Карпман В.Л. Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Исследование физической работоспособности у спортсменов [Книга]. - Москва: «Физкультура и спорт», 1974. - стр. 96.
 6. Чоговадзе А.В. Бутченко Л.А., Граевская Н.Д. Спортивная медицина [Книга]. - Москва: «Медицина», 1984. - стр. 384.

Статья поступила в редакция 05.12.2021; одобрена после рецензирования 10.01.2022; принята к публикации 21.03.2022.

The article was submitted 05.12.2021, approved after reviewing 10.01.2022, accepted for publication 21.03.2022.