

УДК 614.84

В. М. Климовцов¹, М. М. Сейдалин²

¹*Академия государственной противопожарной службы МЧС России,
Москва, Российская Федерация*

²*Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина
МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан*

УЧЕТ ЭРГОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация: В статье приведены результаты замеров антропометрических параметров курсантов 2-го курса факультета очного обучения, которые являются основополагающим фактором в системе «человек-машина». На основании проведенных замеров определены показатели среднего роста, его среднеквадратичное отклонение, а также определены усредненные показатели других антропометрических признаков. Рассмотрены необходимые эргономические критерии для проектирования пожарных автомобилей, влияние эргономических свойств и показателей в системе «человек-машина», роль антропометрической, сенсомоторной и энергетической совместимости на этапе проектирования пожарного автомобиля.

Ключевые слова: антропометрия, эргономика, эргатические системы, пожарные автоцистерны, предельно-габаритные размеры.

На современном этапе развития пожарного автомобилестроения немало внимания уделяется производительности, надежности, экономичности эксплуатации автомобилей. Именно этими факторами руководствуются некоторые заводы-изготовители при проектировании новых образцов пожарной техники. Ежегодно совершенствуются основные показатели пожарных автомобилей (пожарные насосы, их производительность, применение водосберегающих технологий, тягово-динамические характеристики, материал изготовления основных элементов конструкции). Однако помимо экономической составляющей нельзя забывать и о социальной эффективности, где во главе угла должна стоять система «человек-машина» [1]. В совокупности экономическая и социальная эффективность обеспечат улучшение показателей качества труда пожарных при выполнении основной задачи. Социальная эффективность проектируемой пожарной техники является важным условием выполнения потенциально заложенного в ней экономического эффекта, поскольку время занятости личного состава влияет на расход ГСМ, огнетушащих веществ, нагрузку силовых агрегатов. Оптимальное сочетание эргономики и с традиционными показателями на этапе проектирования пожарных автомобилей позволит решать комплексные задачи, такие как: создание благоприятных условий труда пожарных, предотвращение травматизма, оптимизация времени приведения сил и средств в состояние готовности, времени занятости личного состава, эксплуатация пожарной техники [2].

Эргономика автомобиля - это оптимальное согласование человеческого и машинного звеньев в системе «человек-машина» [3]. Если для рабочего места водителя пожарного автомобиля это соответствие сиденья и органов управления

антропометрическим параметрам человека, то и в работе пожарных должны соблюдаться необходимые критерии высоты размещения пожарно-технического вооружения (ПТВ), высоты и глубины отсеков роста человека, длине рук, высоте плечевой точки и т. д.) [4].

В нашей стране осуществляется только сборка пожарных автомобилей, все комплектующие поступают с заводов Российской Федерации. Существенной разницы между предельно-габаритными размерами одной и той же модели автоцистерн, собранных в России и Казахстане нет. Таким образом, завод-изготовитель при проектировании пожарного автомобиля либо пожарной надстройки делает уклон на антропометрические параметры пожарных-спасателей МЧС России. Поэтому для проектирования пожарного автомобиля с учетом антропометрических параметров пожарных Казахстана, необходимо с самого раннего этапа проектирования одновременно использовать технические и эргономические критерии, а также учитывать совместимость работы пожарного и автомобиля в следующих направлениях [5]:

- учет антропометрических параметров пожарных и предельно-габаритные размеры автомобиля, размещение отсеков для хранения ПТВ;
- учет скорости моторных операций пожарного и его сенсорных реакций на различные виды раздражителей;
- учет силовых возможностей пожарного при расчете усилий, прилагаемых к снятию того или иного вида ПТВ, открытию отсеков, подъему на пожарную надстройку.

В процессе проектирования системы «человек-машина» геометрические размеры тела и его механические характеристики являются основой, которую по значимости можно сравнить с механическими характеристиками конструкционных материалов, без учета которых нельзя говорить о повышении эффективности труда. Во многих сферах производства имеется немало примеров, когда пренебрежение антропометрическими характеристиками человека приводит к весьма печальным последствиям. При этом часто речь идет о нехватке нескольких секунд, удаленности рабочих органов управления [6].

Для подтверждения, перечисленных выше факторов, были проведены замеры антропометрических параметров 124-х курсантов 2-го курса факультета очного обучения Академии гражданской защиты им. М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан (рисунок 1), результаты исследования приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Распределение курсантов по группам в зависимости от роста

№ п/п	Числовой интервал роста, см	Количество человек
1	165-168	13
2	169-172	30
3	173-176	36
4	177-180	27
5	181-184	13
6	185-188	4
7	189-192	1
		124



Рисунок 1 – Проведение замеров частей тела курсантов

Среднеквадратичное отклонение вычислялось по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^s \times (X_i - \bar{X})^2 m_i^H} \quad (1)$$

где n – число измерений, s – число интервалов, m_i^H – эмпирические частоты в i -м интервале, X_i – середина i -го интервала попаданий, см.

Средний рост курсантов определили по формуле:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^s (x_i m_i^H) \quad (2)$$

Подставив результаты замеров в формулу (1) и (2), получаем что среднеквадратичное отклонение $\sigma = 4,3$ и средний рост составляет $\bar{X} = 179,4$ см. Аналогично формуле (2) были определены и другие параметры частей тела, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Усредненные результаты антропометрических параметров курсантов

Рост, см	Длина туловища, см	Высота плечевой точки, см	Ширина плеч, см	Локтевая ширина, см	Ширина таза сидя, см	Ширина колена, см	Длина руки, см	Толщина тела, см	Длина подколенной части, см	Высота подколенной части бедра, см
174,9	91,75	143,3	46,03	47,81	38,11	26,9	78,55	24,58	51,67	47,25

Таблица 3 – Средний рост и среднеквадратичное отклонение роста курсантов

№ п/п	Середина интервала, x_i , см	Накопленные частоты в интервале, m_i^H	$x_i m_i^H$	$(X_i - \bar{X})^2 m_i^H$
1	166,5	13	2164,5	917,28
2	170,5	30	5115	580,8
3	174,5	36	6282	5,76
4	178,5	27	4819,5	349,92
5	182,5	13	2372,5	750,88
6	186,5	4	746	538,24
7	190,5	1	190,5	243,36
$\bar{X} = 179,4$ см, $\sigma = 4,3$				

Проведенные замеры позволили определить средний показатель антропометрических признаков курсантов и среднеквадратичное отклонение роста [7]. Для получения более точных результатов, планируется проведение еще нескольких замеров среди сотрудников территориальных подразделений с применением теории вероятности и математической статистики, обработка полученных результатов, а также изучение оснащенности гарнизонов мобильными средствами пожаротушения, их предельно-габаритных размеров, провести выборку однотипных автомобилей, провести эксперимент по результатам исследования с «низкими», «средними», «высокими пожарными» по отработке нормативов по пожарно-спасательной подготовке, опрос участников эксперимента на предмет удовлетворенности эргономикой пожарных автомобилей.

Накопленный в настоящее время опыт проектирования позволяет утверждать, что правильное сочетание комплексных и некоторых единичных показателей эргономичности техники (распределение структуры взаимодействия человека и техники при достижении поставленных целей, соответствие техники: размерам и форме тела сотрудника, распределению его веса, и задаваемых техникой ритмов трудовых процессов временной структуре действий сотрудника) способствует повышению эффективности и качества труда, удобство эксплуатации и обслуживания техники, сокращению времени выполнения поставленной задачи, экономии затрат физической энергии сотрудника, поддержанию хорошего уровня работоспособности.

Список литературы

1. Смирнов А. Б. Эргономика: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Политехнический университет Петра Великого Институт металлургии, машиностроения и транспорта, 2016. – 125 с.
2. Шупейко И. Г. Эргономическое проектирование систем «человек-компьютер-среда». Курсовое проектирование: учеб.-метод. пособие. – Минск: БГУИР, 2012. – 92 с.
3. Основы эргономики и антропометрии: методические указания для самостоятельной работы студентов / составитель О. В. Финаева; под ред. М. Ю. Сидоренко. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 41 с.
4. Сысоев И. П. Эргономические основы организации рабочих мест: курс лекций для слушателей специальности переподготовки 1-59 01 06 «Охрана труда в отраслях непромышленной сферы». – Витебск: УО «ВГТУ». 2017. – 85 с.

5. Геслер В. М. Основы технической эстетики и эргономики: учеб. пособие. – Калинин, 1974. – 263 с.
6. Самохвалов Ю. П., Самохвалов Д. Ю. Антропометрический фактор в создании эргономичной пожарной техники // Пожаровзрывобезопасность. – 2005. – № 4. – С. 71-75.
7. Сейдалин М. М., Баймаганбетов Р. С., Мадиев Т. С. О необходимости применения сложных формул развития пожара // Наука и образование в гражданской защите. – 2021. – № 2 (42). – С. 59.

References

1. Smirnov A. B. Ergonomika: uchebnoe posobie. – Sankt-Peterburg: Politekhnikeskij universitet Petra Velikogo Institut metallurgii, mashinostroeniya i transporta, 2016. – 125 s.
2. SHupejko I. G. Ergonomicheskoe proektirovanie sistem «chelovek-komp'yuter-sreda». Kursovoe proektirovanie: ucheb.-metod. posobie. – Minsk: BGUIR, 2012. – 92 s.
3. Osnovy ergonomiki i antropometrii: metodicheskie ukazaniya dlya samostoyatel'noj raboty studentov / sostavitel' O. V. Finaeva; pod red. M. YU. Sidorenko. – CHelyabinsk: Izdatel'skij centr YUUrGU, 2017. – 41 s.
4. Sysoev I. P. Ergonomicheskie osnovy organizacii rabochih mest: kurs lekciy dlya slushatelej special'nosti perepodgotovki 1-59 01 06 «Ohrana truda v otraslyah neproizvodstvennoj sfery». – Vitebsk: UO «VGTU». 2017. – 85 s.
5. Gesler V. M. Osnovy tekhnicheskoy estetiki i ergonomiki: ucheb. posobie. – Kalinin, 1974. – 263 s.
6. Samohvalov YU. P., Samohvalov D. YU. Antropometricheskij faktor v sozdanii ergonomichnoj pozharnoj tekhniki // Pozharovzryvobezopasnost'. – 2005. – № 4. – S. 71-75.
7. Sejdalin M. M., Bajmaganbetov R. S., Madiev T. S. O neobhodimosti primeneniya slozhnyh formul razvitiya pozhara // Nauka i obrazovanie v grazhdanskoj zashchite. – 2021. – № 2 (42). – S. 59.

В. М. Климовцов¹, М. М. Сейдалин²

¹Ресей ТЖМ Мемлекеттік өртке қарсы қызмет академиясы,
Мәскеу, Ресей Федерациясы

²Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы
Азаматтық қорғау академиясы, Көкшетау, Қазақстан

ӨРТ ТЕХНИКАСЫН ЖОБАЛАУ КЕЗЕҢІНДЕГІ ЭРГОМЕТРИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРДІ ЕСЕПКЕ АЛУ

Аңдатпа: Мақалада «адам-машина» жүйесіндегі негізгі фактор болып табылатын күндізгі оқу факультетінің 2-ші курс курсанттарының антропометриялық параметрлерін өлшеу нәтижелері келтірілген. Жүргізілген өлшеулер негізінде орташа өсу көрсеткіштері, оның орташа квадраттық ауытқуы, сондай-ақ басқа антропометриялық белгілердің орташа көрсеткіштері анықталды. Өрт сөндіру автомобильдерін жобалауға қажетті эргономикалық талаптары, адам-машина жүйесіндегі эргономикалық қасиеттер мен көрсеткіштердің әсері, өрт сөндіру машинасын жобалау кезеңіндегі антропометриялық, сенсормоторлық және энергетикалық үйлесімділіктің ролі қарастырылады.

Түйінді сөздер: антропометрия, эргономика, эргатикалық жүйелер, өрт сөндіру автоцистерналары, шекті-габариттік өлшемдер.

V. Klimovcov¹, M. Seidalin²

¹*Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russian Federation*

²*Civil Defence Academy named after Malik Gabdullin MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan*

TAKING INTO ACCOUNT ERGOMETRIC INDICATORS AT THE DESIGN STAGE OF FIRE EQUIPMENT

Abstract: The article presents the results of measurements of anthropometric parameters of cadets of the 2nd year of the Faculty of full-time education, which are a fundamental factor in the "man-machine" system. Based on the measurements carried out, the indicators of average growth, its standard deviation, and also the average indicators of other anthropometric characteristics were determined. The necessary ergonomic criteria for the design of fire trucks, the influence of ergonomic properties and indicators in the "man-machine" system, the role of anthropometric, sensorimotor and energy compatibility at the design stage of a fire truck are considered.

Key words: anthropometry, ergonomics, ergatic systems, fire tankers, maximum overall dimensions.

Авторлар туралы мәлімет / Сведения об авторах / Information about the authors

Василий Михайлович Климовцов – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Ресей ТЖМ Мемлекеттік өртке қарсы қызмет академиясының өрт және апаттан-құтқару техникасының оқу-ғылыми кешенінің бастығы. Ресей Федерациясы, Мәскеу, Б. Галушкин к-сі, 4. E-mail: V.Klimovcov@academygps.ru

Мәди Мұратұлы Сейдалин – Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы жедел-тактикалық пәндер кафедрасының профессоры. Қазақстан, Көкшетау, Ақан Сері көшесі, 136. E-mail: madiseidalin88@gmail.com

Климовцов Василий Михайлович – кандидат технических наук, доцент, начальник учебно-научного комплекса пожарной и аварийно-спасательной техники Академии государственной противопожарной службы МЧС России. Российская Федерация, Москва, ул. Б. Галушкина 4. E-mail: V.Klimovcov@academygps.ru

Сейдалин Мәди Муратович – профессор кафедры оперативно-тактических дисциплин Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акана Серә, 136. E-mail: madiseidalin88@gmail.com

Klimovtsov Vasily – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the educational and scientific complex of fire and rescue equipment of the Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia. Russian Federation, Moscow, 4 B. Galushkina str, E-mail: V.Klimovcov@academygps.ru

Seidalin Madi – Professor of the Department of Operational and Tactical Disciplines of the Civil Defence Academy named after Malik Gabdullin MES of the Republic of Kazakhstan. Kokshetau, Kazakhstan, 136 Akana Sere str. E-mail: madiseidalin88@gmail.com