

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора медицинских наук, профессора, профессора РАН директора ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований» Лахмана О.Л. на диссертационную работу Гереега Андрея Михайловича «Научное обоснование современных методов физиолого-эргономической оценки промышленных экзоскелетов», представленной на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 14.02.04 – медицина труда

Актуальность диссертационного исследования. Использование промышленных экзоскелетов, как перспективных средств индивидуальной защиты (СИЗ) опорно-двигательного аппарата, является неотъемлемой составляющей технологического прогресса. Стремительный рост мирового рынка экзоскелетов все чаще заставляет нас обращать внимание на возможности современных технологий. Однако, существенным фактором, ограничивающим применение промышленных экзоскелетов, является отсутствие нормативно-технической базы в этом направлении. Данная проблема неоднократно обсуждалась специалистами различных профессиональных сообществ, которые подчеркивали необходимость внедрения передовых технологий, направленных на оптимизацию условий труда и сохранение здоровья работников.

По убеждению автора диссертационного исследования Гереега А.М. на сегодняшний день отсутствуют единые требования как к использованию промышленных экзоскелетов, так и к методам их испытаний. Наиболее ощутимы пробелы, связанные с медико-биологическими исследованиями, о чем свидетельствует весьма незначительное количество научных работ по данному направлению. При этом существующие подходы к физиолого-эргономической оценке других классов СИЗ не учитывают возможности применения современного оборудования. В связи с этим, диссертационное исследование Гереега А.М., посвященное научному обоснованию методов физиолого-эргономической оценки промышленных экзоскелетов, безусловно, является актуальным.

Новизна диссертационного исследования. На основании результатов исследований тяжести трудового процесса, рабочих поз и движений работников двух профессий автором были впервые разработаны модели трудовой деятельности работников физического труда, а также сформирован и апробирован в лабораторных условиях комплекс объективных методов регистрации и анализа энергозатрат, биомеханических характеристик движений, биоэлектрической активности и тонуса мышц человека при использовании им промышленного экзоскелета. Представлен единый алгоритм физиолого-эргономической оценки промышленных экзоскелетов, что подчеркивает новизну диссертационного исследования.

Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, обусловлена теоретическим анализом проблемы, определением предметной области, цели и задач, применением современных методов исследования, корректным использованием адекватных методов статистической обработки, а также достаточной апробацией работы на конференциях, в том числе с международным участием.

Важно отметить, что диссертационная работа выполнена на современном методическом уровне. Методологическую основу работы составляли теоретические и эмпирические методы исследований, в том числе физиологические: эргоспирометрия, биомеханический анализ движений человека, электромиография, миотонометрия. Следует подчеркнуть высокую долю личного участия Гереева А.М. в проведении научной работы.

Достоверность результатов, полученных автором в ходе диссертационного исследования, подтверждена достаточным количеством проведенных экспериментов и применением адекватных методов статистического анализа. Результаты исследования неоднократно обсуждались специалистами в различных научных кругах, что подтверждается наличием патентов и научных публикаций (6 из них в научно-практических журналах, включенных в перечень ведущих

рецензируемых научных изданий ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ), а также значительным количеством выступлений Геререя А.М. на Всероссийских и Международных научно-практических конференциях, симпозиумах, конгрессах и форумах.

Положения, выносимые автором на защиту, обладают научной ценностью и соответствуют цели и задачам его диссертационного исследования. Выводы в полной мере соответствуют поставленным задачам, они достаточно обоснованы и логично вытекают из полученных результатов работы.

Значимость результатов исследования для науки и практики.

Теоретическая значимость работы Геререя А.М. заключается в комплексном изучении соотношений различных физиологических показателей кардиореспираторной системы и опорно-двигательного аппарата человека при моделировании профессиональной деятельности с использованием образцов СИЗ и экспериментальных образцов промышленных экзоскелетов для формирования алгоритма их физиолого-эргономической оценки.

Результаты работы Геререя А.М. составляют базовую основу для выполнения научно-исследовательских работ, связанных с испытаниями промышленных экзоскелетов, что обосновывает теоретическую значимость диссертационного исследования. Практическая значимость работы также не вызывает сомнений. Это подтверждается разработкой национальных стандартов, регламентирующих общие технические условия и методы определения степени защиты промышленных экзоскелетов, в том числе: «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты опорно-двигательного аппарата. Промышленные экзоскелеты. Общие технические условия» и «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты опорно-двигательного аппарата. Промышленные экзоскелеты. Методы определения степени защиты», основой которых будут являться результаты диссертационного исследования Геререя А.М. В рамках

выполнения диссертационной работы получены два патента на изобретение и один – на полезную модель.

Оценка содержания диссертационной работы. Диссертация Геререга А.М. изложена на 161 странице машинописного текста, ее структура содержит все обязательные элементы: титульный лист, оглавление, текст диссертации, состоящий из введения, основной части в виде 4 глав, выводов, заключения, практических рекомендаций, список сокращений и условных обозначений, список литературы – и соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам. Диссертация включает 25 таблиц, 50 рисунков, содержит 199 источников литературы, из которых 75 отечественных и 124 иностранных.

Раздел «Введение» диссертации отражает актуальность темы исследования, степень ее разработанности, цель и задачи, научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы, методологию и методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробацию результатов, а также уровень личного вклада автора, его публикационную активность, структуру и объем диссертационной работы.

Первая глава диссертации содержит обзор литературы, посвященной современным подходам к физиолого-эргономической оценке СИЗ и промышленных экзоскелетов. Автор справедливо отмечает, что разработка методов оценки динамики показателей функционального состояния человека в процессе трудовой деятельности относится к числу важных проблем физиологии труда, и выбор физиологических показателей прежде всего должен осуществляться с учетом оценки состояния тех систем организма, которые вовлекаются в работу при конкретной профессиональной деятельности.

В обзоре литературы Геререга А.М. акцентирует внимание на основных аспектах медико-биологической оценки СИЗ и промышленных экзоскелетов. Автором рассмотрен опыт применения современных методов оценки состояния кардиореспираторной системы и опорно-двигательного аппарата

человека: функциональных проб, эргоспирометрии, электромиографии, мионометрии, гониометрии, оптических и электромеханических систем «захвата движений» применительно к физиолого-эргономической оценке СИЗ и промышленных экзоскелетов. По результатам анализа данных литературы автор указывает на недостаточную проработку вопросов, связанных с использованием современных медико-биологических методик оценки СИЗ и промышленных экзоскелетов, что определяет выбор направления деятельности.

Для выполнения задач диссертационного исследования автор обоснованно выбирает наиболее приемлемые методы оценки функционального состояния, в том числе: эргоспирометрию, являющуюся «золотым стандартом» в спортивной медицине; биомеханический «захват движений», как надежный и объективный метод оценки биомеханических характеристик движений человека, традиционную электромиографию; относительно новый метод оценки тонуса мышц – мионометрию, на основании которых разрабатывает методики оценки физиологических показателей.

Во второй главе автор представляет организацию, материалы и методы исследования каждого этапа диссертационной работы. На первом этапе были обоснованы наиболее адекватные решаемым задачам современные методы и средства, позволяющие оценить показатели состояния кардиореспираторной системы и опорно-двигательного аппарата человека в процессе физической работы, разработана модель физической работы и методики оценки показателей функционального состояния добровольцев. Часть из этих методик апробирована как в лабораторных, так и полевых условиях применительно к физиолого-эргономической оценке моделей СИЗ, отягчающих физические нагрузки. На втором этапе был разработан и апробирован комплекс методик физиолого-эргономической оценки двух экспериментальных образцов промышленных экзоскелетов. В содержании второй главы автор подробно раскрывает методики исследования, в том

числе процесс осуществления гигиенической оценки труда и моделирования трудовой деятельности специалистов двух профессий в лабораторных условиях.

В третьей главе диссертации представлены результаты физиолого-эргономической оценки моделей СИЗ и экспериментальных образцов промышленных экзоскелетов «Exochair» и «ExoAtlant». В первом разделе данной главы автор представил динамику показателей кардиореспираторной системы, зарегистрированных у добровольцев с использованием метода эргоспирометрии в процессе выполнения физической работы при использовании различных моделей СИЗ, что позволило установить статистически значимые изменения их функционального состояния. Помимо этого, с использованием метода биомеханического «захвата движений» была установлена степень ограничения движений добровольцев, создаваемого массогабаритными характеристиками и конструктивными особенностями моделей СИЗ. Во втором и третьем разделах главы автор представил результаты оценки тяжести трудового процесса, исследования рабочих поз и движений на рабочих местах логиста архивно-логистического центра и грузчика логистического центра, а также подробно описал разработанные модели трудовой деятельности этих специалистов. В этих же разделах последовательно описаны результаты физиолого-эргономической оценки экспериментальных образцов промышленных экзоскелетов «Exochair» и «ExoAtlant» с применением методов эргоспирометрии, биомеханического «захвата движений», электромиографии и миотонометрии. Автор отмечает, что при использовании экспериментальных образцов промышленных экзоскелетов на фоне увеличения показателей производительности труда наблюдается снижение физиологической стоимости работы, о чем свидетельствует статистически значимое снижение эргоспирометрических показателей. Помимо этого, автор экспериментально устанавливает, что массогабаритные характеристики и/или конструктивные особенности экспериментальных образцов промышленных экзоскелетов ограничивают

некоторые движения добровольцев. Результаты электромиографического и миотонометрического исследования также позволили установить, что применение экспериментальных образцов промышленных экзоскелетов изменяет воздействие физической нагрузки на опорно-двигательный аппарат человека, что подтверждается статистически значимой динамикой биоэлектрической активности и тонуса некоторых мышц.

В четвертой главе диссертации автор проводит анализ и обобщение результатов исследования. В разделах данной главы систематизированы (по используемым методам) и графически визуализированы результаты исследования, что облегчает их восприятие и анализ. Автор анализирует возможность применения метода эргоспирометрии, биомеханического «захвата движений», электромиографии и миотонометрии применительно к физиолого-эргономической оценке СИЗ и промышленных экзоскелетов. В заключении главы автор схематично представляет разработанный алгоритм, дающий возможность оценивать физиолого-эргономические характеристики промышленных экзоскелетов.

Заключение и выводы диссертационной работы Геререя А.М. выглядят аргументированными и соответствуют цели, задачам исследования и научным положениям, выносимым на защиту.

Практические рекомендации автора позволяют использовать результаты настоящего исследования в качестве фундаментальной основы при планировании научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, связанных с испытаниями перспективных образцов промышленных экзоскелетов.

Диссертация построена логично, однако материал содержит значительное количество таблиц и иллюстративного материала, которые разрывают текст диссертации, что затрудняет восприятие материала. Это можно отнести к одному из недостатков работы автора. Подача материала выглядела бы наиболее приемлемой при отражении таблиц и диаграмм в виде отдельного приложения. Помимо этого, обращает на себя внимание

существенное количество сокращений (особенно при описании результатов исследования биомеханических характеристик движений), что также является незначительным недостатком работы.

Автореферат отражает основное содержание диссертации, оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертационным работам. Автореферат диссертации, также как и сама диссертации, содержит значительное количество сокращений, что затрудняет чтение и является недостатком.

Помимо этого, к автору возник ряд вопросов, ответы на которые помогли бы уточнить некоторые аспекты, возникшие при ознакомлении с данной диссертационной работой:

1. Как Вы считаете, для реализации цели и задач исследования достаточное ли количество добровольцев Вами было обследовано?

2. В работе было оценено функциональное состояние добровольцев при использовании различных моделей СИЗ и промышленных экзоскелетов, однако не отражены результаты сравнительного анализа показателей состояния различных систем организма добровольцев, эксплуатирующих различные модели СИЗ и экспериментальные образцы промышленных экзоскелетов. Проводился ли такой анализ? Если нет, то с чем это связано?

3. Применимы ли методические подходы, отраженные в диссертации, в производственных условиях. Можно ли использовать методы эргоспирометрии, биомеханического «захвата движений», электромиографию и миотонометрию непосредственно на производственных площадках при проведении натурных исследований?

4. Возможно ли использовать указанные методы оценки функционального состояния человека в других областях медицины труда (например, в ходе гигиенической оценки труда, при испытаниях других классов СИЗ и т.д.)?

Заключение

Диссертационная работа Геререя Андрея Михайловича на тему «Научное обоснование современных методов физиолого-эргономической оценки промышленных экзоскелетов», представленная на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 14.02.04 – медицина труда, является законченным научно-квалификационным трудом, направленным на решение актуальной задачи, как для медицины труда в целом, так и для совершенствования методологии физиолого-эргономической оценки перспективных средств индивидуальной защиты опорно-двигательного аппарата – промышленных экзоскелетов, в частности.

По актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований, теоретической и практической значимости полученных результатов, а также обоснованности выводов и практических рекомендаций диссертация соответствует п.п. 9 – 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 01.10.2018 г. № 1168), а ее автор, Геререя Андрей Михайлович, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 14.02.04 - медицина труда.

Директор ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований»,
доктор медицинских наук, профессор,
профессор РАН

Лахман Олег Леонидович

Адрес места работы: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665827, Россия, Иркутская область, г. Ангарск, 12«А» микрорайон, дом 3, тел.: 8(3955)559070, сайт: vsimeir.ru, e-mail: imt@irmail.ru

Подпись Лахмана Олега Леонидовича заверяю:

Начальник отдела кадров ФГБНУ ВСИМЭИ Е.А. Мандрик

«25» ноября 2020 г.