

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Государственный
научный центр Российской Федерации – Институт
медицинско-биологических проблем Российской
академии наук (ГНЦ РФ – ИМБП РАН)

д.м.н., академик РАН




О. И. Орлов
2020 г.

О Т З Ы В

ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук (ГНЦ РФ – ИМБП РАН) о научно-практической значимости диссертации Герегея 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 темы диссертации заключается в необходимости создания методического обеспечения разработки и внедрения промышленных экзоскелетов для проведения физиолого-эргономической оценки их влияния на субъект труда (работающего человека), процессы выполнения и результативность деятельности. До настоящего времени не были проведены систематические научные исследования роли и значимости промышленных экзоскелетов в снижении нагрузок на опорно-двигательный аппарат работников физического труда.

В Российской Федерации и за рубежом не разработаны и научно не обоснованы принципы, подходы и соответствующие регламенты испытаний и использования промышленных экзоскелетов в процессе деятельности.

Решаемые в диссертационной работе задачи актуальны также ввиду наличия потребностей по оптимизации труда, связанного с тяжелыми физическими нагрузками и поиску направлений по предупреждению неблагоприятных воздействий на опорно-двигательный аппарат, органы и системы организма человека в целом.

Помимо этого, имеется необходимость создания научного задела для формирования нормативно-технической базы, регламентирующей требования к промышленным экзоскелетам и методам их испытаний.

Новизна полученных результатов и выводов определяется тем, что впервые проведено сравнительное изучение влияние на человека деятельности с использованием средств защиты, отягощающих физическую нагрузку и образцов промышленного экзоскелета на динамику ряда физиологических показателей кардиореспираторной системы, биомеханические характеристики движений работника, биоэлектрической активности и тонуса скелетной мускулатуры, участвующей в поддержании рабочих поз и выполнении рабочих движений. На основе полученных результатов был разработан и обоснован комплекс объективных методов оценки энерготрат, биомеханических характеристик движений человека, биоэлектрической активности и тонуса мышц для проведения физиолого-эргономической оценки промышленных экзоскелетов.

Впервые на основании анализа результатов исследований тяжести трудового процесса, рабочих поз и движений предложен подход по разработке модели трудовой деятельности работников физического труда с целью физиолого-эргономической оценки промышленных экзоскелетов в лабораторных условиях. В основу подхода положено обеспечение соответствия натурным (производственным) условиям по фактору тяжести трудового процесса.

Впервые на основании анализа результатов исследований разработан и обоснован алгоритм проведения физиолого-эргономической оценки

промышленных экзоскелетов, позволяющий повысить надежность и объективность проведения их медико-эргономических испытаний.

Апробация работы и публикации

Основные положения диссертации были доложены и обсуждены на 11 научно-практических форумах (российских и международных конференциях, симпозиумах, международных выставках и интернет-конференциях).

Материалы диссертационной работы апробированы на заседании отдела по изучению гигиенических проблем в медицине труда ФГБНУ «НИИ МТ».

Материалы результатов исследования диссертационной работы представлены в 8 научных публикациях, в том числе 6 - в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации, которые в совокупности достаточно полно отражают содержание работы и представляют научную и практическую ценность для специалистов в области медицины труда и эргономики. Разработаны два патента на изобретение и один – на полезную модель.

Обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, основывается на материалах сравнительного изучения влияния на состояние человека в процессе деятельности с использованием средств защиты, отягощающих физическую нагрузку, и образцов промышленного экзоскелета, на динамику ряда физиологических и биомеханических показателей, а также на анализе и обобщении достаточного количества (более 600) измерений проведенных с использованием современных методов.

Положения, выносимые на защиту, и выводы подкреплены объективными данными экспериментального исследования в лабораторных и полевых условиях в приведенных таблицах и наглядно представлены на рисунках. Полученные результаты обрабатывались использованием современных методов обработки информации и статистического анализа с использованием программных пакетов Statistica 10.0 и MS Office Excel 2016, 2019.

Соответствие содержания диссертации автореферату и указанной специальности.

Данные, представленные в автореферате, отражают основное содержание диссертации.

Содержание диссертации соответствует областям исследований, указанным в Паспорте ВАК научной специальности 14.02.04 - Медицина труда, а именно п.8 «Изучение физиологических, психофизиологических и эргономических аспектов оптимизации трудовых процессов при различных видах деятельности (умственной, физической, вахтово-экспедиционной) с целью повышения работоспособности и профилактики заболеваний работающих» и п.9 «Изучение механизмов и условий возникновения утомления и перенапряжения нервно-мышечного аппарата работающих и обоснование мер их профилактики при трудовой деятельности, связанной с различным характером мышечных нагрузок (локальных, региональных, общих)».

Значимость результатов диссертационной работы для науки заключается в комплексном сравнительном изучении изменений и анализе соотношений различных физиологических показателей кардиореспираторной системы и опорно-двигательного аппарата человека, а также биомеханического метода «захвата движений» при моделировании профессиональной деятельности с использованием средств индивидуальной защиты и экспериментальных образцов промышленных экзоскелетов - носимых устройств, предназначенных для усиления естественных возможностей и уменьшения воздействия физической нагрузки на работника за счет внешнего каркаса.

Значимость результатов диссертационного исследования Герегея А.М. для практики определяется несколькими положениями. Прежде всего, автором представлено обоснование процесса и методики оценки физиолого-эргономических характеристик при модернизации существующих и разработки новых образцов промышленных экзоскелетов.

Кроме того, отдельной практической ценностью обладают разработанные модель физической работы и методики оценки состояния кардиореспираторной системы и опорно-двигательного аппарата человека, которые были апробированы в лабораторных и полевых условиях при проведении физиолого-эргономической оценки моделей СИЗ, отягчающих физические нагрузки, и экспериментальных образцов экзоскелетов.

Практическая значимость результатов выполненного исследования подкрепляется тем, что они служат основой для разработки национальных стандартов, регламентирующих термины, определения, классификацию 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», в рамках Программы национальной стандартизации на 2020 г.

Результаты выполнения диссертационной работы отражены в 2 патентах на изобретение и 1 – на полезную модель.

Структура диссертации, обоснование научных положений и выводов.

Диссертационная работа Герегея А.М. изложена в традиционном стиле, объем диссертации составляет 161 с., автореферат диссертации – 24 с. Структура диссертации включает введение, 4 главы исследований, заключение, выводы, практические рекомендации, 25 таблиц, 50 рисунков, список сокращений и обозначений, список использованной литературы. Последний оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ, содержит 199 источников, 75 из них на русском языке и 124 на английском.

Научные положения и выводы, сформулированные автором, обоснованы корректно. Сформулированные цель, задачи и научные положения исследовательской работы соответствуют содержанию глав диссертации и

примененным автором методам исследования.

Экспериментальные исследования были проведены в достаточном объеме. Полученные результаты были обработаны с помощью известных статистических методов.

Представленные в диссертационной работе результаты исследований получены с применением современного технического оснащения, приборного оборудования и программного обеспечения.

Диссертационная работа выполнена на современном методическом уровне с использованием методов гигиенической оценки условий труда, комплекса объективных методов исследования функционального состояния кардиореспираторной системы и опорно-двигательного аппарата человека, включающего эргоспирометрию, биомеханический «захват движений», электромиографию и миотонометрию, а также статистических методов обработки полученных данных.

В соответствии с целью и задачами диссертационной работы разработана модель трудовой деятельности конкретного работника в условиях лаборатории, основанная на показателях тяжести трудового процесса, результатах анализа рабочих поз и движений. С применением современных методов была исследована динамика показателей кардиореспираторной системы и опорно-двигательного аппарата работников физического труда при использовании ими экспериментальных образцов промышленных экзоскелетов для выполнения деятельности.

В результате исследований был разработан алгоритм физиолого-эргономической оценки промышленных экзоскелетов, позволяющий повысить надежность и объективность проведения их медико-биологических испытаний. Для этого обосновано показано, что физиолого-эргономическую оценку промышленных экзоскелетов с применением объективных медико-биологических методов и средств целесообразно проводить в условиях моделирования трудовой деятельности.

В основу комплекса метода физиолого-эргономической оценки промышленных экзоскелетов автор заложил использование дистанционной регистрации и анализ показателей состояния кардиореспираторной системы с использованием эргоспирометрии, что позволяет объективно оценить физиологическую стоимость профессиональной деятельности работников физического труда. Применение метода биомеханического «захвата движений» с использованием инерциальных датчиков обеспечивает объективность измерения амплитуд движений и определения степени двигательных ограничений в крупных суставах и сочленениях позвоночного столба человека, обусловленных влиянием массогабаритных и конструктивных характеристик средств индивидуальной защиты. Использование электромиографии и миотонометрии предоставляет информацию о мышечном утомлении, развивающемся в ходе выполнения заданной работы.

В целом результаты диссертационной работы представляются содержательными и важными для развития медико-биологических исследований и методического обеспечения гигиенической оценки воздействия фактора на человека, в том числе и в производственных условиях. Материалы диссертационного исследования неоднократно представлялись и были доложены на научно-практических форумах, в достаточном количестве опубликованы в научных рецензируемых изданиях, отражены в 2 патентах на изобретение и 1 – на полезную модель.

Материалы диссертационной работы используются в рамках Программы национальной стандартизации на 2020 г. при подготовке 2 российских национальных стандартов.

С научно-практической точки зрения, разработанные в диссертационной работе методология и алгоритм проведения физиолого-эргономической оценки промышленного экзоскелета являются хорошей основой для повышения надежности и объективности исследований, что окажет положительное влияние

на качество проведения их испытаний на этапах разработки, создания и опытной эксплуатации.

Замечания по диссертационной работе. Диссертация написана ясным, простым и понятным языком. Подробно иллюстрирована.

Вопросы к соискателю:

1. Какое будущее Вы видите за технологией применения экзоскелетов?

Возможно ли применение промышленных экзоскелетов в других областях?

2. Изучалось ли Вами допустимая (оптимальная) продолжительность работы человека в экзоскелете? Имеются ли какие-нибудь ограничения для потенциальных пользователей промышленных экзоскелетов?

3. Насколько применимо использование комплекса методов, описанных в диссертационной работе, в производственных условиях?

Заключение

Диссертационная работа Герегея Андрея Михайловича «Научное обоснование современных методов физиолого-эргономической оценки промышленных экзоскелетов» направлена на решение актуальной научно-практической задачи, имеющей значение для развития медицины труда, а именно – научного обоснования и апробации эффективности разработанного медико-биологического метода изучения влияния на состояние кардиореспираторной системы и опорно-двигательного аппарата работников физического труда при использовании ими экспериментальных образцов промышленных экзоскелетов в процессе трудовой деятельности.

Диссертация Герегея Андрея Михайловича является завершенной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям пунктов 9 – 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 01 октября 2018 г. № 1168), а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 14.02.04 - Медицина труда.

Отзыв подготовлен доктором медицинских наук, профессором начальником научно-организационного отдела Федерального государственного бюджетного учреждения науки Государственный научный центр Российской Федерации - Институт медико-биологических проблем Российской академии наук (ГНЦ РФ ИМБП РАН) Поляковым Михаилом Васильевичем.

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании секции Ученого Совета ГНЦ РФ – ИМБП РАН Протокол № 7 от 30.11.2020 года.

Сведения о ведущей организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации - Институт медико-биологических проблем Российской академии наук (ГНЦ РФ ИМБП РАН).

Адрес: 123007, г. Москва, Хорошевское ш., д.76А

Телефон: +7 (499) 195-2363, (499) 195-1500,

Факс: +7 (499) 195-2253

Электронная почта: info@imbp.ru,

Сайт института: http://www.imbp.ru

Начальник научно-организационного отдела

ГНЦ РФ – ИМБП РАН

доктор медицинских наук, профессор



Поляков Михаил Васильевич

Подпись доктора медицинских наук, профессора

Полякова Михаила Васильевича

заверяю

Ученый секретарь ГНЦ ГФ - ИМБП РАН

М.А.Левинских