

Утверждаю  
Проректор по научной работе  
Федерального государственного  
автономного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский  
Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского»,  
доктор физико-математических наук

М.В. Иванченко

10 ноября 2022 г.



### Отзыв ведущей организации

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» на диссертационную работу Никиты Дмитриевича Бабанова «Моторный контроль у добровольцев в экзоскелете и при выполнении задачи с визуальной обратной связью», представленную на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.5. – Физиология человека и животных

**Актуальность исследования.** Нарушения двигательной функции в результате заболеваний или поражений центральной нервной системы, в том числе вследствие мозгового инсульта, являются одной из значимых медико-социальных проблем. В последние годы с развитием робототехники в реабилитации пациентов, перенесших инсульт, все чаще применяются методики автоматизированной механотерапии, в том числе, большой интерес и востребованность имеют экзоскелетные устройства. Современное развитие экзоскелетных устройств движется в направлении имплементации алгоритмов пропорционального управления посредством остаточной мышечной активности, движением экзоскелетного комплекса. При этом

вопросы наиболее адекватного управления экзоскелетом не могут быть решены без изучения влияния самих таких устройств на моторный контроль. Соответственно, спектр применения экзоскелетов шире упомянутой важной, но ограниченной медицинской области.

Следует отметить, что в исследованиях последнего времени показано, что мысленное представление движения сопровождается увеличением корково-спинальной возбудимости, что может быть основой для включения пластических перестроек и восстановления механизмов двигательного контроля. Данная тема, также как и близкая – применение зрительной обратной связи для реабилитационных упражнений, имеет важное значение для медицины. В этой связи, раздел обсуждаемой диссертации, который касается выполнения испытуемыми когнитивной задачи, применения визуальной обратной связи при малоамплитудных движениях рук, привлекает отдельное внимание своей актуальностью.

Таким образом, актуальность диссертационного исследования не вызывает сомнения.

**Научная новизна полученных результатов и выводов.** Маркером новизны является наличие патента на изобретение, подготовленного по теме диссертации. Впервые получены новые данные о влиянии сенсорных «весов» на стабильность поддержания вертикальной позы в пассивном экзоскелете нижних конечностей. Выявлено перераспределение активности мышц-сгибателей и мышц-разгибателей рук при последовательных повторениях управляющих нажатий кистями рук на неподвижную рукоять (силовой джойстик). Впервые подготовлен на русском языке объёмный обзор физиологических методов, применяемых для исследования влияний экзоскелетонных устройств на регуляцию движений у человека. Выводы обладают реальной новизной.

**Достоверность и обоснованность результатов и выводов.** Для измерений применялось сертифицированное оборудование. Методы поверхностной электромиографии и исследования опорных реакций (с

частным случаем – стабилметрией) использовались корректно. Наличие подробного описания методик и приведение исходных данных для расчётов обеспечивает прозрачность формирования результатов. Были адекватно подобраны выборки, корректно применялись современные статистические методы. Таким образом, достоверность обеспечивалась использованием подходящего оборудования, грамотным подбором выборок испытуемых, применением адекватных процедур исследования, использованием корректных статистических подходов. Высокая достоверность полученных результатов позволила сделать обоснованные выводы. Положения, представляемые к защите, выглядят обоснованными и доказательными.

**Структура и содержание работы.** Изложение диссертации базируется на типовых требованиях к структуре, состоит из следующих разделов: введение, обзор литературы, материалы и методы, результаты и обсуждение, выводы, практические рекомендации, список сокращений, список терминов, список литературы и приложения. Включает 208 страниц текста с 30 таблицами и 38 рисунками. В списке литературы 232 источника, в том числе, 177 на иностранном языке.

Введение построено по традиционному принципу, содержит необходимую информацию, изложенную достаточно лаконично и при этом полно.

Обзор литературы состоит из 4 разделов, из которых второй имеет 4, а четвёртый 2 подраздела. Тем самым обеспечивается комфортное ориентирование по тексту обзора, разделение смысловых частей. Собственно обзор – подробный, подводящий к целям и задачам работы, к возможности оценить полученные результаты в сравнении с данными других авторов. Заслуживающий особого внимания элемент – впервые подготовленный обзор физиологических методов, применяемых при исследованиях экзоскелетов. Следует отметить, что диссертант с соавторами заранее опубликовал в рецензируемых журналах наиболее важные части диссертационного обзора литературы, что свидетельствует в пользу его качества.

Глава 2 описывает материалы и методы, организацию исследования. Описание полное, подробное, содержит обобщенную схему диссертации, выделенные изложения отдельных методик (процедур наблюдения), информацию о применяемых показателях, методах математической обработки. Опубликованный соискателем в соавторстве патент подтверждает новизну одного из применявшихся исследовательских подходов.

Глава 3 содержит 3 раздела, в которых описываются результаты, соответственно 3-ём изложенным в главе 2 процедурам наблюдений. Материалы данной главы, согласно требованиям ВАК, заранее опубликованы соискателем в ведущих отечественных рецензируемых журналах по специальности – «Физиология человека» и «Российский физиологический журнал имени И.М. Сеченова», что означает наличие ответственного внешнего рецензирования полученных результатов. Результаты изложены полно, хорошо иллюстрированы, подкреплены убедительной статистикой. Плюсом является наличие приложения с исходными таблицами данных, что обеспечивает свободное распространение ценной информации и возможность независимого контроля результатов диссертации.

Глава 4 – обсуждение полученных результатов. Приведены сравнения с данными других авторов, высказаны собственные предположения и пояснения соискателя.

Выводы соответствуют цели и задачам диссертации.

Завершается диссертация разделами рекомендаций, списками сокращений, терминов, литературы, а также приложениями.

Содержание диссертации соответствует паспорту заявленной специальности, не вызывает сомнений в хорошем качестве работы.

**Полнота изложения результатов диссертационной работы в опубликованных материалах.** По теме диссертации опубликовано 17 работ, из которых 1 патент и 6 статей в журналах, определяемых по текущим критериям в качестве «зачётных» для данной области исследований. Отметим, что наиболее важные части каждого раздела диссертации заранее

опубликованы в рецензируемых работах, что полностью соответствует критериям, предъявляемым в настоящее время для защиты диссертации.

**Научно-практическая значимость полученных результатов и выводов.** Теоретическая новизна касается развития системных представлений об организации позы и движений, оценкой состояний человека с применением элементов биологической обратной связи, роли сенсорного обеспечения, начатых в работах научного руководителя диссертанта. Материалы работы применены в разработке первого государственного курса повышения квалификации врачей в ФГБОУ ДПО РМАНПО о применении силовых платформ. Практические аспекты касаются также физиологического обеспечения при использовании экзоскелетных устройств, решению вопросов их стандартизации, что подтверждается участием соискателя и его научного руководителя в работе Технического комитета 320 Росстандарта. Таким образом, рассматриваемая диссертация имеет теоретическую и практическую значимость.

**Замечания к диссертации.** Следует отметить, что в работе встречаются опечатки, и речевые обороты, особенно в части изложения результатов, не всегда легко читаемы. В тексте ряд опечаток и технических ошибок.

Обсуждение результатов могло бы быть, на наш взгляд, более объёмным и в большей степени развивать направления рассуждений, намеченные в ранее опубликованных статьях по результатам диссертации. Например, интерес вызывает рисунок 38 в обсуждении, о гипотетической роли премоторной коры при выполнении повторяющихся двигательно-когнитивных заданий, включенный в текст диссертации из ранее опубликованной статьи соискателя с соавторами, однако достаточно краткое пояснение его, явно заслуживающее большего внимания, можно было бы расширить.

Таким образом, с учётом приведенного выше анализа диссертации, общее мнение – положительное, критических замечаний нет.

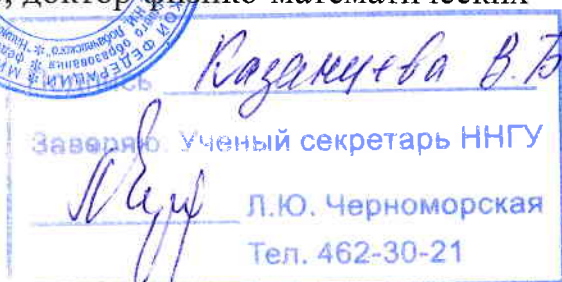
**Заключение.** Диссертация Никиты Дмитриевича Бабанова «Моторный контроль у добровольцев в экзоскелете и при выполнении задачи с визуальной



обратной связью», представленная на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.5. – Физиология человека и животных, выполненная под научным руководством доктора биологических наук Олега Витальевича Кубряка, является завершённой научно-квалификационной работой, в которой получены важные для данной области результаты. По методическому уровню, новизне, научно-практической значимости, полноте, количеству и месту публикаций основных результатов, полностью соответствует критериям, предъявляемым к диссертациям, представляемым на соискание ученой степени кандидата наук, которые указаны в пунктах 9-14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года N 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (с изменениями на 26 сентября 2022 года). Таким образом, соискатель, Никита Дмитриевич Бабанов заслуживает присуждения искомой степени кандидата биологических наук.

Отзыв подготовлен заведующим кафедрой нейротехнологий Института биологии и биомедицины ННГУ им. Н.И. Лобачевского, доктором физико-математических наук Виктором Борисовичем Казанцевым. Обсужден и утверждён на заседании 28.10.2022, протокол №4.

Заведующий кафедрой нейротехнологий Института биологии и биомедицины ННГУ им. Н.И. Лобачевского, доктор физико-математических наук, В.Б. Казанцев



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», 603950, г. Нижний Новгород, пр.Гагарина, 23, корп.1. Телефон: +7 (831) 462-32-02. Мэйл: [ibbm@unn.ru](mailto:ibbm@unn.ru)