

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.077.04 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ИНСТИТУТА ПРОБЛЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ
ИМ. А.А. ХАРКЕВИЧА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА
БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК.

аттестационное дело №

решение диссертационного совета от 18 апреля 2016 г.

№

О присуждении Иваненко Юрию Петровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора биологических наук.

Диссертация «Структурно-функциональная и информационная организация моторного выхода системы управления позой и ходьбой человека» по специальности 03.01.09 – математическая биология, биоинформатика, принята к защите 21.12.2015 г., протокол № 15, диссертационным советом Д.002.077.04 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук, 127994, г. Москва, ГСП-4, Б.Каретный пер. 19, стр. 1, приказ о создании №978/нк от 16 декабря 2013 года.

Соискатель Иваненко Юрий Петрович, 1959 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «механические характеристики скелетных мышц человека в покое» защитил в 1986 году в диссертационном совете, на базе Московского физико-технического института. С 1991 по 1995 обучался в докторантуре ИППИ РАН.

В настоящее время работает старшим научным сотрудником ("ricercatore dirigente"), место работы: лаборатория нейромоторной физиологии, Научный институт Фондационе Санта Люсиа, ул. Ардеатина, Рим 00179, Италия.

Диссертация выполнена в лаборатории нейробиологии моторного контроля ИППИ РАН. Полный текст диссертации размещен на сайте ИППИ РАН 14 декабря 2015 г.

Официальные оппоненты: Герасименко Юрий Петрович, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией физиологии движений ФГБУН Института физиологии РАН, Павлова Ольга Геннадиевна, доктор биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории математической нейробиологии обучения ФГБУН Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии им.И.П. Павлова РАН, Базиян Борис Хоренович, доктор биологических наук, заведующий лабораторией нейрокибернетики отдела исследования мозга ФГБНУ «Научный центр неврологии»
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБУН Государственный научный центр Российской Федерации Институт медико-биологических проблем в своем положительном заключении, подписанном член-корр. РАН Козловской Инесой Бенедиктовной, д.м.н., заведующей отделом сенсомоторной физиологии и профилактики ГНЦ РФ ИМБП РАН, указала, что «диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, вносящее значительный вклад в развитие представлений о структурно-функциональной организации моторного выхода, а также выявляющее ряд важных информационных связей при функционировании разных уровней системы управления движениями.» Работа полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени по специальности 03.01.09 – математическая биология, биоинформатика.

Соискатель имеет 197 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 110 работ в рецензируемых научных изданиях. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

- Ivanenko YP, Poppele RE, Lacquaniti F. Five basic muscle activation patterns account for muscle activity during human locomotion. *J. Physiol.* 2004 556(Pt 1):267-82.
- Ivanenko YP, Poppele RE, Lacquaniti F. Spinal cord maps of spatiotemporal alpha-

motoneuron activation in humans walking at different speeds. *J. Neurophysiol.* 2006 95(2):602-18.

Ivanenko YP, Poppele RE, Lacquaniti F. Motor control programs and walking. *Neuroscientist.* 2006 12(4):339-48. Review.

Ivanenko YP, Cappellini G, Solopova IA, Grishin AA, Maclellan MJ, Poppele RE, Lacquaniti F. Plasticity and modular control of locomotor patterns in neurological disorders with motor deficits. *Front Comput Neurosci.* 2013 7:123.

Ivanenko YP, Dominici N, Cappellini G, Di Paolo A, Giannini C, Poppele RE, Lacquaniti F. Changes in the spinal segmental motor output for stepping during development from infant to adult. *J. Neurosci.* 2013 33(7):3025-3036.

На автореферат диссертации отзывы прислали: 1) Д.ф.-м.н., к.б.н., профессор **С.В. Петухов**, зав. лабораторией исследования биомеханических систем ИМАШ РАН. 2) Д.б.н., профессор **Р.М. Городничев**, зав. кафедрой физиологии и спортивной медицины ФГБОУ ВПО Великолукская государственная академия физической культуры и спорта. 3) Профессор **М. Л. Латаш**, директор лаборатории по управлению движениями, Университет штата Пенсильвания, США 4) Д.б.н., профессор **А.А. Фролов**, зав. лабораторией математической нейробиологии обучения ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН. 5) Д.м.н., профессор **В.А. Юдин**, кафедра хирургии и эндохирургии ФДПО РязГМУ им. И.П. Павлова. 6) Д.б.н. **Е.В. Боброва**, ведущий научный сотрудник лаборатории физиологии движений ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН. 7) Д.м.н. **П.Е. Мусиенко**, профессор Института трансляционной медицины Санкт-Петербургского Государственного Университета. 8) Д.ф-м.н., профессор **О.Л. Власова**, директор научно-образовательного центра «Фундаментальные основы медицинских и биомедицинских технологий», Санкт-Петербург.

Все отзывы положительные, в них отмечается актуальность темы диссертации, новизна полученных данных об организации управления позой и ходьбой человека, большая теоретическая значимость работы.

Отзывы С.В. Петухова, Р.М. Городничева, А.А. Фролова, В.А. Юдина и П.Е. Мусиенко замечаний не содержат.

В отзыве М.Л. Латаша отмечается: «Одно мелкое критическое замечание относится к использованию таких терминов, как «локомоторная программа» и «локомоторная кинематическая программа». Несмотря на то, что эти термины широко используются в литературе, у них нет четкого определения и они выглядят жаргоном».

В отзыве Е.В. Бобровой ставятся вопросы: «1) в работе исследованы циклические движения, насколько развивающие диссертантом представления о базовых инвариантных временных компонентах применимы к нециклическим целенаправленным движениям? 2) Какими способами можно и можно ли описать связь инвариантных временных и кинематических компонентов движения?».

В отзыве О.Л. Власовой задается вопрос «как относится автор диссертации к возможности получения сравнимой картины активации мотонейронов в спинном мозге человека в условиях ходьбы с использованием оптогенетики и собирается ли он в дальнейшем привлекать ее в своей работе?».

В отзыве ведущей организации отмечено «имеющиеся в работе недочеты – это стилистические ошибки и местами несколько сжатое изложение материала и методических деталей, связанные с большим числом выполненных экспериментов и разнообразием примененных методик».

Официальный оппонент д.б.н. Ю.П. Герасименко указал, что «Я не вижу недостатков работы, некоторые недочеты касаются оформления, а не существа диссертации. Так, в экспериментальных главах, в которых наряду с собственными результатами приводятся литературные данные, было бы целесообразным для лучшего восприятия материала делать краткие заключения. По существу, у меня нет замечаний к выводам, однако последний (6-й) вывод, состоящий из одного предложения, выглядит просто как констатация факта. В главе 7 о спинальных пациентах написано: "В конце реабилитационного периода больные были способны осуществлять самостоятельно ходьбу по тредбану в лабораторных условиях со скоростью 2-3 км/ч (SCI-A и В больные с частичной разгрузкой веса тела), ..." Из этой фразы можно сделать вывод, что после локомоторных тренировок пациенты ASIA A и В были способны совершать произвольные шагательные движения. Это положение требует пояснения и представления

объективных данных (ЭМГ, кинематика до и после реабилитации). Это также касается сопоставления спинальных карт пациентов, полученных перед началом курса реабилитации и после его завершения. В работе встречаются опечатки и небрежность изложения: стр. 12, строка 6 снизу "км/к" вместо "км/ч", стр. 15, подпись к рис. 4 "МН" без расшифровки, стр. 23, строка 6 сверху "низкой активности у мышц ног" лишний предлог "у", стр. 53, строка 9 сверху "проектировании ЭМГ активности" вместо "проецировании»

Официальный оппонент д.б.н. О.Г. Павлова отмечает, что «В тексте диссертации, там, где идет речь об автоматизированном акте ходьбы, можно встретить, (например, на стр. 10), отождествление терминов «автоматический» и «подсознательный», что не верно, т.к. любая ходьба, как автоматизированная, так и неавтоматизированная осуществляется только в состоянии сознания. Нельзя не согласиться с утверждением A. Damasio (1999), что «внутреннее представление схемы тела является признаком сознания». По-видимому, правильнее, а главное, продуктивнее говорить о произвольно или непроизвольно контролируемых движениях.

В главе 7.3 обсуждается факт: четкий позный ответ на стимуляцию мышечных рецепторов, проявляющийся при стоянии на полу, уменьшается при стоянии на подвижной опоре. Такое изменение ответа автор называет парадоксальным и пишет: «На платформах меньшего радиуса, вместо больших нарушений равновесия, которых следовало бы ожидать, эффект вибрации мышц голени значительно уменьшался с уменьшением устойчивости опоры». Возможно, этот факт покажется вполне закономерным, если его рассматривать в контексте произвольного и непроизвольного контроля движений. Обычное стояние на полу – непроизвольный акт, тогда как поддержание равновесия на неустойчивой опоре требует активной, произвольной регуляции движений ног, на фоне которой непроизвольные реакции обычно снижаются или даже подавляются».

Официальный оппонент д.б.н. Б.Х. Базиян отметил: «Работа такого объема и сложности, естественно, не могла быть свободной от некоторых недостатков. В связи с большим разнообразием используемых методик и экспериментальных

подходов, возможно, следовало бы выделить подраздел «выводы» в каждой из экспериментальных глав. Это облегчило бы чтение. Встречаются, хотя и довольно редко, не вполне удачные выражения и опечатки. Хотелось бы, чтобы диссертант прокомментировал с точки зрения нормы и патологии следующий интересный факт, полученный им в диссертации: «...хотя временные паттерны активации индивидуальных мышц варьировали сильно у больных, они могли быть описаны с помощью базовых временных компонент, сходных по форме с найденными у контрольной группы здоровых испытуемых».

Диссертационный совет отмечает, что автором **применен новый подход** к исследованию моторного выхода, позволяющий рассматривать функционирование исполнительных структур системы управления не на языке отдельных мышц, а на языке функциональных единиц, и исследовать модульную организацию работы управляющих структур ЦНС.

Разработан новый экспериментальный метод изучения работы спинного мозга как целого, основанный на реконструкции пространственно-временных карт активации мотонейронных пулов.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что получены и проанализированы новые данные, характеризующие особенности функционирования разных уровней ЦНС при формировании локомоции и вертикальной позы человека. Выделены базовые мышечные компоненты, лежащие в основе временной архитектуры локомоторных программ. Сформулированы представления о роли тонических влияний в преднастройке и активации двигательных и позных автоматизмов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработанные в ходе исследования методы анализа мышечной активности, пространственно-временных карт активации мотонейронных пулов спинного мозга человека и тонической стимуляции сенсорных входов спинного мозга могут быть использованы при функциональной диагностике работы нервно-мышечного аппарата, в создании нейропротезов для лечения больных с повреждениями спинного мозга, для ранней диагностики

развития локомоторной функции у маленьких детей (например, при детском церебральном параличе) и при других заболеваниях ЦНС, приводящих к нарушению ходьбы и позы.

Достоверность и обоснованность полученных результатов и выводов обеспечена четкой постановкой целей и задач исследования и подтверждаются уникальностью проведенных исследований и большим объемом экспериментального материала, полученного с использованием подходов и технологий последнего поколения, применением адекватных исследованию математико-статистических методов анализа данных.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном планировании и проведении исследований, получении и анализе данных, обосновании выводов. Результаты получены автором самостоятельно. Они прошли апробацию на более чем восьмидесяти российских и международных конференциях.

Диссертация полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 по специальности 03.01.09 – математическая биология, биоинформатика.

На заседании 18 апреля 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Иваненко Ю.П. ученую степень доктора биологических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 10 докторов наук по профилю диссертации, участвовавших в заседании, проголосовали: за 15, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета Д 002.077.04

д.б.н., к.ф-м.н, профессор

 М.С. Гельфанд

Ученый секретарь диссертационного совета Д 002.077.04

д.б.н., профессор

 Г.И. Рожкова

18 апреля 2016 г.

