

УДК 614.23

II МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫЙ ИНТЕРФЕЙС: НАУКА И ПРАКТИКА. САМАРА – 2016»: НОВЫЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В НЕЙРОНАУКАХ, РЕЗУЛЬТАТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ФОРМИРОВАНИЕ РОССИЙСКИХ И МЕЖДУНАРОДНЫХ КОЛЛАБОРАЦИЙ

II INTERNATIONAL RESEARCH AND PRACTICE CONFERENCE “BRAIN-MACHINE INTERFACE: SCIENCE AND PRACTICE. SAMARA - 2016”: NEW ORGANIZATIONAL APPROACHES IN NEUROSCIENCES, RESULTS OF FUNDAMENTAL AND APPLIED RESEARCHES, FORMATION OF RUSSIAN AND INTERNATIONAL RESEARCH GROUPS

**Колсанов А.В.
Авдеева Е.В**

ФГБОУ ВО «Самарский государственный
медицинский университет» Минздрава России

**Kolsanov AV
Avdeeva EV**

Samara State
Medical University

Обзорная статья по материалам II Международной научно-практической конференции «Нейрокомпьютерный интерфейс: наука и практика. Самара – 2016». Представлены основные направления дискуссии по тематическим научным направлениям: нейрофизиология и математическое моделирование, нейронные сети и нейрокоммуникации, нейрокомпьютерные интерфейсы, технологии нейрореабилитации, виртуальная реальность в медицинской и социальной реабилитации, а также принятые решения по кооперации участников в сфере научно-технологической кооперации и интеграции отечественных и зарубежных инновационных разработок в глобальный процесс развития нейротехнологий.

An overview article based on the proceedings of the II International research and practice conference “Brain-machine interface: science and practice. Samara – 2016”. Principal directions of discussions in specific research areas are represented: neurophysiology and mathematic modeling, neural networks and neurocommunication, neurocomputer interfaces, neurorehabilitation technologies, virtual reality in medical and social rehabilitation. The paper also presents decisions taken upon cooperation of participants in the sphere of scientific and technological cooperation and integration of domestic and foreign innovations into the global process of the development of neurotechnologies.

■ ВВЕДЕНИЕ

Как же сознание прикрепляется к телу? На этот вопрос Аристотеля в разные времена и в разных странах просвещенное человечество искало ответ в широчайшем диапазоне — от рутинных практик до самых смелых экспериментов и с сознанием, и с телом. Современная фундаментальная медицина и биология стремятся обобщить и при этом углубить, конкретизировать знания о структуре, функциях и возможностях центральной и периферической нервной системы, а в плане прикладных направлений — с использованием до-

стижений в других областях (прикладная математика, информационные технологии, микро-, нано-, гибкая электроника, кибернетика) — повысить эффективность реабилитации лиц с нарушениями функций движения, речи, другими когнитивными расстройствами.

Объем накопленных и увеличивающихся в последние годы в геометрической прогрессии знаний в области работы мозга делает необходимым систематизацию и критический анализ огромного массива данных, а также обмен сформированными компетенциями в различных областях (от нейрофизиологии и биологии в клиническую практику с использованием достижений



физико-математических и инженерных наук). Процесс глобализации научно-технического прогресса в данной сфере уже вовлек в диалог как сформированные, так и развивающиеся научные школы, компании, являющиеся разработчиками высокотехнологичного оборудования и программного обеспечения, производственные организации вплоть до целых кластеров и холдингов, промышленные ассоциации и инновационные центры развития регионального и федерального уровней. Он привел к созданию в рамках Национальной технологической инициативы отдельного направления NeuroNet, повлиял на ориентацию программ развития отдельных министерств и ведомств и, что особенно важно, сформировал новые пути для развития медицинской науки и модернизации системы здравоохранения, повышения доступности и качества медицинской помощи в сфере реабилитации. Очевидно, что все обозначенные научно-практические и организационно-экономические вопросы требуют профессионального обсуждения и координации усилий всех участников процесса.

■ II МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫЙ ИНТЕРФЕЙС: НАУКА И ПРАКТИКА»

Такой коммуникативной площадкой стала II Международная научно-практическая конференция «Нейрокомпьютерный интерфейс: наука и практика. Самара – 2016», прошедшая 13-14 октября 2016 г. в Самарском государственном медицинском университете (СамГМУ). Прошлогоднюю конференцию можно считать успешным началом обсуждения соответствующего



спектра проблем: мероприятие посетило более 100 участников, было представлено в общей сложности 12 докладов, включая выступления зарубежных коллег, представленные материалы вызвали живой интерес аудитории, было решено сделать конференцию ежегодной и расширить географию и состав участников.

Конференция этого года объединила уже более 300 участников. Среди них — представители Ассоциации организаций оборонно-промышленного комплекса — производителей медицинских изделий и оборудования, представители региональной исполнительной власти, минздрава Самарской области. В конференции приняли участие ведущие исследователи из США — доктор Михаил Лебедев и профессор Слим Бенсмайя (университет Дьюка и университет Чикаго), Германии — доктор Стефано Сильвони (Центральный институт психического здоровья, Мангейм), Гонконга — доктор Сяолин Ху (Политехнический университет).

Свои научные достижения и инновационные разработки представили авторитетные отечественные школы в области нейронауки и в прикладных сферах, в том числе из Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Отраслевого союза «НейроНет», инновационного центра «Сколково», Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, ИНЭУМ имени И.С. Брука, Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, Самарского государственного медицинского университета и ведущих технических вузов Самары, а также производственные организации и IT-компании — участники инновационного территориального кластера медицинских и фармацевтических технологий Самарской области (одна из организаций кластера — «IT Universe» — выступила в качестве соорганизатора конференции),





ведущие российские компании («Андроидная техника», «Технологии возможностей», «Медэкс» и др.).

Рост интереса к самарской конференции со стороны профессионального сообщества обусловлен интенсивным развитием в СамГМУ как фундаментальной нейронауки и экспериментальной медицины, так и прикладных исследований, связанных с вопросами расшифровки электрической активности головного мозга, применения нейрокомпьютерных интерфейсов и виртуальной реальности в медицинской и социальной реабилитации, развития нейронных сетей.

В научном фокусе конференции этого года было обсуждение последних достижений и перспектив развития по следующим направлениям:

- нейрофизиология и математическое моделирование;
- нейронные сети и нейрокоммуникации;
- нейрокомпьютерные интерфейсы;
- технологии нейрореабилитации;
- виртуальная реальность в медицинской и социальной реабилитации.

Запрос общества на научные исследования и инновационные разработки по обозначенному кругу вопросов, которые в основном и сформировали целевые установки конференции по клинической тематике, связан с возрастающим числом лиц с ДЦП, перенесенным инсультом, инфарктом миокарда, рассеянным склерозом, а также черепно-мозговыми травмами и другими заболеваниями, нарушающими подвижность и когнитивные функции. Актуальность обсуждаемой медицинской проблемы как с гуманистических, так и социально-экономических позиций трудно переоценить: неврологические заболевания лидируют среди причин инвалидизации населения, прямые экономические потери РФ только от последствий инсультов составляют 63,4 млрд руб. в год, не прямые — более 300 млрд руб. Так, по данным Национального регистра инсульта, в России заболеваемость составляет 3,45 на 1000 человек в год, что составляет более 450 тыс. новых инсультов в год. Инсульт остается одной из главных причин смерти и инвалидизации взрослого населения во всех развитых странах мира. Как непосредствен-



ная причина смерти в большинстве стран он занимает 3-е место (после ишемической болезни сердца и онкологических заболеваний), а в России — 1-е место (порядка 300 человек на 100 тыс. населения). У 80% выживших наблюдается та или иная степень ограничений в повседневной жизни, связанных со множеством неврологических расстройств (двигательных, речевых), а также психологических и интеллектуальных нарушений. Лишь около 20% лиц, перенесших инсульт, возвращаются к активной профессиональной жизни, а около 40% остаются тяжелыми инвалидами, часто требующими постороннего ухода. Однако, как отмечали участники конференции, мозг — очень пластичная и подвижная структура, и в период от 2-4 месяцев до нескольких лет после инсульта нервные клетки могут восстановить ряд своих функций. Соседние отделы мозга способны взять на себя функции пораженных нейронов. Именно применение ранней реабилитации и ее продолжение в более поздний период (на протяжении 2-3 лет) могут эффективно противостоять тяжелой инвалидности и способны вернуть пациента к нормальной жизни.

Вариантов решения, в том числе представленных в мировом публикационном потоке последних лет, очень много, и некоторые из них можно отнести к прорывным. Они, как правило, представлены «на стыке наук» и, в частности, в области разработки нейрокомпьютерных интерфейсов, предназначенных для управления исполнительными устройствами «силой мысли» (например, протезов), для восстановления когнитивных связей, обучения движению и ряду других полезных функций, составляющих суть медицинской реабилитации пациентов с утратой или ограничением двигательных и когнитивных функций. В решении этой проблемы крайне важна научная и технологическая кооперация, о чем на этапе выработки идеологии конференции и высказался ректор СамГМУ, академик РАН, профессор Г.П. Котельников: «Уверен, что мы сделаем все возможное, чтобы от дискуссий перейти к созданию совместных лабораторий и продуктов. Для этого есть много возможностей. В университете работают Центр прорывных исследований и технопарк площадью более 1000 кв. метров. СамГМУ — ядро кластера медицинских

и фармацевтических технологий Самарской области, в составе которого 55 организаций. Такие же партнерские сети существуют и у наших коллег в других городах и странах. Главное — уметь договариваться, использовать компетенции друг друга, а не идти параллельными путями и терять время».

С акцентом на кооперацию на всех уровнях и строилась научная дискуссия — как на пленарном заседании 13 октября 2016 г., которое открыл и вел и.о. ректора, первый проректор — проректор по учебно-воспитательной и социальной работе, профессор Ю.В. Шукин, так и в ходе состоявшихся 14 октября 2016 г. круглых столов:

— «Прорывные направления в области исследования мозга и необходимая инфраструктура. Национальная технологическая инициатива «НейроНет»;

— «Применение прорывных технологий для восстановления утраченных функций и разработки технических средств реабилитации».

Так, участвующий в конференции представитель Правительства Самарской области — руководитель департамента информационных технологий и связи, заведующий кафедрой информационных систем и технологий в медицине СамГМУ С.В. Казарин отметил, что региональное руководство системно поддерживает инициативы СамГМУ, направленные на развитие нового сектора экономики «IT — медицина». «Проблематика, которой занимается медицинский университет, чрезвычайно важна не только для региона, но и в целом для всего научного сообщества. Вопросы создания умных устройств нужно решать также для многих отраслей народного хозяйства, в том числе и для развития аэрокосмической отрасли», — отметил С.В. Казарин.

Генеральный директор Ассоциации организаций оборонно-промышленного комплекса — производитель медицинских изделий и оборудования А.Ю. Смирнов, приглашенный в качестве модератора пленарного заседания и одного из круглых столов, остановился на общемировых и отечественных центрах научно-технологической кооперации и общегосударственных подходах по поддержке прорывных направлений в области исследования мозга и соответствующей инфраструктуре; особое внимание было уделено направлению Национальной технологической инициативы «НейроНет» (СамГМУ является ее активным участником).

Исполнительный директор Отраслевого союза «НейроНет» А.В. Семенов отметил, что на текущем этапе запускается все больше и больше международных проектов в области исследований головного мозга. «В рамках национальной технологической инициативы запущена дорожная карта «НейроНет», и Самара становится одной из точек роста в области нейротехнологий», — сказал Семенов. «Нам уже сегодня необходимо смоделировать, какие рынки будущего нужно развивать, чтобы через 15 — 20 лет мы были не на последних ролях, а в числе лидеров».

В ходе конференции прозвучало много интересных выступлений более узкой тематической направленности, одно из них — обзорный доклад старшего научного сотрудника Центра нейротехнологий Универ-

ситета Дьюка (США) Михаила Лебедева. Доклад был посвящен расширению функций мозга с помощью нейрокомпьютерных интерфейсов и других методов. Ученый уверен, что в мозге нет локализованных центров, которые кодируют какую-то специальную информацию, и несколько областей осуществляют кодирование информации одновременно. Он классифицировал интерфейсы по функциям, выделив моторные, сенсорные, сенсомоторные, когнитивные интерфейсы, а также мозгосети. Если когнитивные интерфейсы управляют высшими функциями мозга, то мозгосети позволяют проводить исследования с множеством разумных объектов, когда, например, три обезьяны выполняют двухмерные задачи, а вместе они выполняют трехмерную.

Доклад заведующего лабораторией нейроинтерфейсов МГУ им. М.В. Ломоносова профессора А.Я. Каплана был посвящен проблемам совместимости мозга и компьютера и носил как фундаментальный, так и философский характер. Эта же тема была поднята и на следующий день в ходе модерирования ученым круглого стола, посвященного прорывным направлениям в области исследования мозга, и касалась горизонтов их планирования, потенциальных возможностей и ограничений взаимодействия «мозг-компьютер», в т.ч. на уровне органической совместимости.

Профессор Слиман Бенсмайя (Университет Чикаго, США) рассказал о моделировании тактильных ощущений (чувствительности) для бионической руки. «Когда мы держим в руках объект, то получаем информацию о его размерах, форме, весе, скорости. Это два встречных процесса — сигнал о том, как мы хотим двигать рукой, и информация от рецепторов руки. Наша задача — внедрить подобные рецепторы в роботизированные протезы, чтобы информация от них шла в мозг, как и у обычных людей», — отметил С. Бенсмайя. Он также сказал, что день проведения конференции — особый, так как в этот день президент США пожал руку пациенту с протезом, который имитирует чувствительность парализованной конечности.

Достижения одной из сильнейших отечественных школ в области фундаментальной и прикладной нейрофизиологии — Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН (Москва) — осветил профессор А.А. Фролов. Он представил клинический опыт постинсультной реабилитации с использованием экзоскелета кисти под управлением интерфейса «мозг-компьютер».

Профессор В.Б. Казанцев, проректор по науке Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, рассказал о разноплановых разработках своего университета и, в частности, особое внимание привлек к исследованиям по формированию искусственно культивируемых живых нейронных структур для решения задач управления (такие разработки ведутся и зарубежными коллегами и считаются очень перспективными). «Мышцы — естественные исполнительные устройства, которые могут сокращаться независимо и имеют быструю скорость переконфигурирования. Мозг координирует все процессы и выпол-

няет поставленную задачу. Математически это функционал, который переводит вектор из пространства сенсорных сигналов в другой — вектор пространства исполнительных устройств. Решая эту задачу, мы создали микрофлюидный чип. По специальным канавкам идет процесс проращивания нейронов в строго определенной архитектуре. Это позволяет нам формировать любую логику, по сути, архитектуру живой нейронной сети».

Очень интересные медицинские и инженерные решения были представлены в докладах еще нескольких зарубежных коллег. В частности, Стефано Сильвони (Центральный институт психического здоровья, Мангейм, Германия) привел данные по разработке нейрокомпьютерных интерфейсов для коммуникаций при боковом амиотрофическом склерозе и изучению возможностей человеко-машинных интерфейсов для моторной реабилитации. Доктор Сяолин Ху (Политехнический Университет Гонконга) рассказала о применении управляемых силой мысли робототехнических устройств для реабилитации после инсульта.

С обзором разработок СамГМУ выступил заведующий кафедрой нормальной физиологии с курсом безопасности жизнедеятельности, заведующий отделом нейроинтерфейсов и прикладной нейрофизиологии Центра прорывных исследований «Информационные технологии в медицине» профессор В.Ф. Пятин. Основная тематика доклада была посвящена реабилитации пациентов с двигательными нарушениями в виртуальной реальности и, в частности, последним достижениям наших ученых, в том числе в плане ранней реабилитации пациентов с инсультами в острой фазе, которые удалось достичь в кооперации с IT-компаниями кластера Медицинских фармацевтических технологий. Совместно выполняемые высокотехнологичные разработки находятся на стыке областей компьютерной техники, биомеханики и нейрореабилитации: универсальные программно-аппаратные платформы для людей с полной или частичной утратой двигательной и речевой функций, аппаратно-программные комплексы для терапии с виртуальной обратной связью пациентов неврологического и ортопедического профиля с двигательными нарушениями функций верхних и нижних конечностей. На аспектах прикладной математики, информационных технологиях и инженерных решениях по данному направлению создания нейроинтерфейсов подробнее остановились в своем выступлении специалисты компании IT- Universe (Самара).

Физико-математическое и инженерное направление было развито в выступлении специалистов НПО «Андронидная техника» (Москва-Магнитогорск) по поводу разработки роботизированных комплексов интеллектуального ассистирования специального и медицинского назначения. Следует сказать, что в России данная организация является лидером в сфере разработки андронидной техники, причем самого различного назначения (в т.ч. военного и космического).



Помимо пленарного заседания в этом году были организованы постерная сессия и ознакомительная экскурсия по вузовскому научно-производственному технопарку (он впервые в обновленном формате был представлен гостям и участникам конференции) и Центру прорывных исследований «Информационные технологии в медицине». Уровень оснащения и содержания деятельности указанных объектов инновационной инфраструктуры СамГМУ впечатлил всех участников конференции, но, что особенно ценно, дал им «пищу для размышлений» в плане дальнейшей научно-технологической кооперации, формирования общих проектов и целых направлений совместной деятельности. В частности, Михаил Лебедев сформулировал свое видение так: «Наша лаборатория (Центр нейроинженерии университета Дьюка, США) проводит фундаментальные исследования на животных, а после они воплощаются в прикладные разработки, в том числе и в области медицины. Я участвую в работе этой конференции второй раз и вижу заметный прогресс в разработках самарских коллег. Впечатляют успехи Центра прорывных исследований, который функционирует в университете. Есть интересные разработки и по моей тематике. В мире миллионы людей страдают от паралича, но можно от функционирующих областей головного мозга получить сигнал и сделать его управляющим для внешнего устройства и, таким образом, восстановить утраченные моторные функции. Можно стимулировать собственные мышцы человека, но можно решать и обратную задачу по доставке сигналов в мозг, восстанавливая его чувствительность».

В результате работы конференции достигнута договоренность о дальнейших совместных шагах участников, что и нашло отражение в принятом решении.

О ДАЛЬНЕЙШИХ ПЛАНАХ

Так как конференции предстоит стать ежегодной и более масштабной, было принято решение включить в состав ее оргкомитета представителей Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Комиссии РСПП по фармацевтической и медицинской промышленности, Отраслевого союза «Нейро-

Нет», Фонда «Сколково», Университета Дьюка (Дарем, США), Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, ИНЭУМ имени И.С. Брука, Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, компании «IT- Universe», НПО «Андроида техника» и АНО «Технологии возможностей».

Также готовится консолидированное предложение в профильные федеральные министерства – Минпромторг России, Минздрав России, Минтруда России, а также в Фонд перспективных исследований, Инновационный центр «Сколково», Отраслевой союз «НейроНет» и Агентство стратегических инициатив по проекту НТИ (направление NeuroNet) о вхождении в состав соорганизаторов конференции или включении ее в их планы мероприятий.

Участники конференции примут участие в реализации Дорожной карты НейроНет НТИ в части, касающейся проведения совместных исследований и разработок, коммерциализации результатов работ, организации мероприятий, создания совместных лабораторий и центров. Члены оргкомитета будут проводить системную работу по приглашению к участию в конференции максимально широких кругов ученых и специалистов – медиков и других смежных дисциплин (в области биологии, медицинской информатики, микро- и гибкой электроники, биоинженерных специальностей и др.).

Оргкомитет проработает вопрос в реализации инициатив по развитию дисциплин Кибатлона в России и включению данной тематики в программу конференции (первая олимпиада для людей-киборгов прошла осенью 2016 года в Швейцарии; в соревнованиях применялись экзоскелеты и бионические протезы, демонстрировались технологии по управлению аватарами через нейроинтерфейсы).

Также в рамках работы конференций планируется проведение выставок достижений в области нейроинтерфейсов и нейрореабилитации и клинические разработки применения технологий в медицинской практике.

Оргкомитет конференции сформирует инициативную группу по проработке вопроса создания в Рос-

сийской Федерации Федерации клинических центров по апробации и внедрению инновационных разработок в области нейроинтерфейсов и нейрореабилитации. Совместно с Отраслевым союзом «НейроНет» и с привлечением профессионального сообщества будет изучен вопрос о состоянии и перспективах организации образовательных центров в области разработки нейроинтерфейсных технологий и их приложений для медицины:

— школьное образование (ЦМИТ, клубы юных нейромоделистов, нейрокружки и др.);

— студенческая наука и молодые исследователи (научные школы и инновационная инфраструктура: студенческие конструкторские бюро, бизнес-инкубаторы, стартап-центры, бизнес-акселераторы);

— профессиональное образование (развитие компетенций имеющихся и организация новых кафедр и направлений подготовки, организация в вузах НОЦ, открытие программ бакалавриата и магистратуры, аспирантуры и докторантуры).

ПОДВОДЯ ИТОГИ

При всех очевидных достижениях и огромном числе разноплановых и высокотехнологичных разработок в области нейроинтерфейсов и смежных сферах, из которых только незначительная часть была обсуждена на прошедшей конференции и представлена в настоящем издании, на вопрос Аристотеля всё еще можно ответить словами другого древнегреческого философа Сократа: «Я знаю только то, что ничего не знаю».

Однако, как и должно быть в настоящей науке, ученых и специалистов это не останавливает, а стимулирует к дальнейшим совместным усилиям по расширению круга познания работы человеческого мозга и его неисчерпаемых возможностей.

Подведение следующих промежуточных итогов состоится в формате III Международной научно-практической конференции «Нейроинтерфейс: наука и практика. Самара-2017». Мы ждём новых участников! ■

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Колсанов А.В. — д.м.н., профессор, директор Института инновационного развития СамГМУ.
E-mail: avkolsanov@mail.ru

Авдеева Е.В. — д. фарм. н., профессор, заместитель директора Института инновационного развития СамГМУ.
E-mail: avdeeva.ev@gmail.com

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Kolsanov AV — PhD, professor, director of the Institute of innovative development of Samara State Medical University.
E-mail: avkolsanov@mail.ru

Avdeeva EV — PhD, professor, deputy director of the Institute of innovative development of Samara State Medical University.
E-mail: avdeeva.ev@gmail.com

■ Контактная информация

Колсанов Александр Владимирович
Адрес: каб. 518, ул. Чапаевская, 89,
г. Самара, Россия, 443099.
E-mail: avkolsanov@mail.ru
Тел.: + 7 (927) 202 71 15

■ Contact information

Kolsanov Aleksandr Vladimirovich
Address: office 518, 89 Chapayevskaya st.,
Samara, Russia, 443099.
E-mail: avkolsanov@mail.ru
Phone: 7 (927) 202 71 15