

Приоритет: **Нейротехнологии и когнитивные исследования**

Человечество вступает в новую эпоху: представляется крайне перспективным начать изучение социальных процессов на основе понимания биологических закономерностей. Что делает людей агрессивными, глупыми, неразумными? Можно ли в рамках нормальной коррекции улучшать способность людей к обучению, развивать социально полезные инстинкты и т.д. и т.п.? По сути, речь идёт об изучении фундаментальных механизмов нормального и патологического поведения человека.

В основе большинства поведенческих реакций лежит работа человеческого мозга и нервной системы - она определяет каждое человеческое ощущение, эмоцию, мысль, решение и действие, стоит за любым эпизодом генерации знания, его передачей в цивилизации и накоплением в культуре, за коллективной и исторической памятью, общественным сознанием, функционированием социальных групп, сетей и общества. С другой стороны, нарушения мозга и его когнитивных функций проявляются в более чем 500 заболеваниях нервной системы, затрагивающих каждого четвертого жителя планеты (каждого третьего в Европе) и образующих огромные нагрузки на экономику развитых стран (> 1 трлн. долл. в США и Европе). Огромный рывок в развитии современной нейронауки приближает человечество к открытиям, которые позволят глубже понять эти когнитивные процессы, природу человека, его поступки и решения. Это поможет лучше выявлять и лечить болезни мозга и нервной системы, расширить сенсорные и интеллектуальные возможности здорового человека, более эффективно справляться в возрастающими потоками информации в обществе, качественнее и быстрее обучать детей, использовать новые схемы коммуникации между людьми, а также людьми и машинами, создавать новые отрасли промышленности, вводить новые практики экономики, юриспруденции, управления государством. Также как в свое время открытия электричества, ядерной энергии, генетического кода, этот прорыв изменит путь развития человечества. Вхождение в эту научно-технологическую революцию потребует объединения усилий представителей многих научных дисциплин в раскрытии иерархии тесно интегрированных уровней мозга и его высших функций: от генов и белков к целому мозгу и его когнитивным системам, к диагностике и терапии их нарушений в медицине, к их исследованиям в гуманитарных и социальных дисциплинах, к математическому моделированию и воспроизведению когнитивных возможностей мозга в новых искусственных технических системах.

Представляется целесообразным выделить следующие задачи и проблемы:

1. Изучение фундаментальных механизмов работы мозга и когнитивных функций:

- **Картирование мозга, нейровизуализационные и нейрофизиологические исследования когнитивных функций человека**, в том числе механизмов восприятия и мультимодальной интеграции, сознания, эмоций и мотиваций, рабочей и долговременной памяти, языка, мышления, планирования и целенаправленной деятельности, прогнозирование общих и специальных когнитивных способностей человека.
- **Поиск новых мишеней для разработки лекарств и исследование молекулярно-генетического механизмов работы мозга, обеспечения когнитивных функций в норме и патологии**, включая генетические и эпигенетические основы развития и пластичности нервной системы, молекулярно-генетическое кодирование специфичности нейронных фенотипов, сетей и регионов мозга, генетические основы видовой специфичности нервных систем, в том числе мозга человека, популяционные генетические и эпигенетические исследования структурной и функциональной вариабельности мозга и когнитивных процессов.
- **Выяснение клеточных механизмов переработки и хранения информации**, включая роль синаптической пластичности, нейронального кодирования долговременной памяти, нейроглиальных взаимодействий, нейрогенеза и включения новых нейронов к функциональные нервные сети, процессов aberrантной нейрональной пластичности и апоптоза.
- **Установление нейроархитектурных основ когнитивных функций**, включая функциональное нейрокартирование и реконструкцию когнитивных карт головного мозга, построение структурных и функциональных коннектограмм, мультимодальную визуализацию и анализ структуры и активности нервных сетей, построение динамических и эффективных коннектомов и исследование их связи с когнитивными архитектурами.
- **Математическое моделирование нейронного кодирования когнитивной информации**, включая теоретические модели кодирования сигналов мозга на разных уровнях его организации, крупномасштабные модели нейронных сетей, модели сетевой динамики, разработку биологических-инспирированных когнитивных архитектур, алгоритмов нейроморфных вычислений, использование в них схем локальной пластичности и распределенной памяти. Разработка комбинированных осцилляторных нейросетевых моделей когнитивных процессов (памяти, внимания, восприятия, обучения и т.д.). Изучение принципов функционирования систем, определяющих взаимодействие сенсорных и когнитивных процессов

2. Разработка новых методов изучения и направленной модуляции когнитивных функций

- **Разработка методов и программ для анализа нейрокогнитивных данных**, включая средства детекции и декодирования сигналов нейронной активности, обработку данных многоканальной регистрации, в том числе в

реальном времени, работу с компьютерными атласами и цифровыми моделями мозга, анализ изображений и трехмерных массивов данных о структурной и функциональной организации мозга в корреляции с когнитивными тестами и анализом поведения.

- **Разработка новых методов направленной модуляции нейронной активности и функций мозга** включая новые инструменты избирательной биохимической и фармакологической модуляции, хемо-, термо- и оптогенетики, электромагнитной и ультразвуковой модуляции, неинвазивной стимуляции мозга, регуляции активности нейронов мозга с помощью имплантируемых устройств.
- **Прогнозирование поведения человека посредством анализа различных нейрофизиологических параметров**, включая создание соответствующих модельных систем, разработку специальной аппаратуры и т.д. Определение механизмов влияния стимулов на дальнейшее поведение человека (переход интереса, эмоционального отклика и т.д.)

3. Разработка новых вспомогательных и заместительных технологий для улучшения когнитивных способностей человека

- **Разработка технологий нейроинтерфейсов** включая новые виды неинвазивных человеко-машинных интерфейсов на основе использования мультимодальных источников информации об активности мозга (ЭЭГ, ЭМГ, движений глаз и др.), новые технологии декодирования управляющих когнитивных сигналов мозга, новые технологии имплантируемых нейроинтерфейсов, в том числе волоконных нейроинтерфейсов для оптогенетики, систем телеметрии и биоуправления на основе обратной связи, разработку искусственных органов чувств и устройств, расширяющих сенсорные возможности человека, реконструкцию функциональной структуры головного мозга человека по данным энцефалографии и т.д. Разработка методов, алгоритмов и программ для формирования прямых моделей электрической активности мозга.
- **Разработка искусственных когнитивных систем**, включая разработку новых парадигм и теорий нейрокомпьютеров и биоподобных нейронных сетей, крупномасштабных симуляторов нервных сетей, специализированных архитектур для нейроморфных вычислений, нейрокомпьютеров и нейрочипов, мемристорных устройств и других эмуляторов пластически синапсов, нейроморфных контроллеров и систем для нейророботики, биокомпьютинг и т.д.

4. Клинические и гуманитарные аспекты

- **Нейрокогнитивные исследования психического развития и овладения знаниями**, включая исследования развития внимания и рабочей памяти, освоения языка и приобретение математических навыков, изучение реакций мозга на разные категории знаний, в том числе в чувствительные периоды развития, нейровизуализацию вариабельности созревания когнитивных систем мозга и нарушений их развития, разработку новых подходов, повышающих эффективность обучения, в том числе с помощью систем нейро-обратной связи.
- **Клинические исследования когнитивных функций и их нарушений**, в том числе с использованием ПЭТ и МРТ, методов трактографии и коннектомики, функциональной визуализации при заболеваниях и поражениях мозга, инструментов функциональной нейрохирургии, терапевтической стимуляции мозга, методов инвазивной регистрации клеточной активности, а также новых подходов, основанных на магнитных, акустических и оптических модальностях. Создание новых методов медицинской диагностики, позволяющих моделировать и реконструировать функциональную структуру мозга человека по данным многоканальной энцефалографии. Разработка новых методов распознавания патологической активности мозга.
- **Нейрокогнитивные исследования в социогуманитарных дисциплинах**, включая исследования нейрокогнитивного обеспечения межличностных коммуникаций, образования социальных связей, механизмов принятия решения в нейроэкономических ситуациях, нейрокогнитивные исследования формирования и динамики социальной памяти, различий работы и организации мозга при разных социальных стратегиях, профессиональной и культурной специализации.
- **Изучение национальных и региональных особенностей поведенческих стереотипов (ментальности) жителей Российской Федерации**, влияющих на стиль повседневной жизни, позитивное и негативное восприятие окружающей действительности, совершение рациональных и иррациональных поступков, принятие важных социальных и экономических решений, реакцию на неопределённость и кризисы, различные мотивации и т.д. и т.п.