uhtomskiy2025-mdU1016

Структурная и функциональная динамика нейросетевых архитектур в когнитивных процессах

Вадим Л. Ушаков[1]

[1] Institute for Advanced Study of the Brain, Lomonosov Moscow State University, Russia

tiuq@yandex.ru

Учение Алексея Алексеевича Ухтомского о доминанте является важной вехой в развитии подходов к решению проблемы «мозг-разум-сознание». Основные положения теории о доминанте А.А. Ухтомского были предпосылкой для создания целого направления отечественных теоретических и экспериментальных работ: теории функциональных систем П.К. Анохина, системно-эволюционной теории В.Б. Швыркова, модели «поляризационной» доминанты В.С. Русинова, теории информационного синтеза А.М. Иваницкого, теории системной динамической локализации высших психических функций А.Р. Лурии, теории уровней построения движений Н.А. Бернштейна, концепции психонервной деятельности И. С. Бериташвили, концепции пространственно-временной организации потенциалов и системной деятельности головного мозга М.Н. Ливанова и других крупных российских и советских ученых. Практически во всех теориях работа головного мозга рассматривается как динамичное пространственно-временное взаимодействие нейросетей, формирующих временные связи в реализации поведенческого акта и актуализации субъективного опыта. В описании связности и динамики такого рода нейросетевых взаимодействий может помочь разработанный в наших исследованиях метод функционально-однородных регионов (ФОР). Данный подход позволяет рассчитать сложность и модульность архитектур нейросетей головного мозга в когнитивных процессах и состоянии покоя. Для этих целей нами были разработаны алгоритмы топологического анализа графов структурного и функционального коннектома и было показано, что динамика изменений функциональных или структурных связей при

формировании субъективного опыта имеет нелинейный характер. Кроме того, поведенческая программа в нейросетях формируется примерно за 7 секунд до начала поведенческого акта и активация сохраняется еще порядка 40 секунд после его окончания, что подразумевает параллельную работу функциональных систем в динамических процессах мозга. На динамику нейросетей головного мозга влияют как внешние, так и внутренние стимулы. Важную роль в таких перестройках играет вторая сигнальная система – язык. Наши исследования показывают, что нейросемантическое картирование смысла тестов имеет широкое распределение по структурам головного мозга, включающего кору, внутренние структуры, мозжечок. Это позволяет подтвердить гипотезу о возможности динамичных изменений в функциональных системах головного мозга при приобретении нового субъективного опыта, как в результате поведенческого обучения, так и через речевую коммуникацию/внутреннюю речь.

This research has been supported by:

1. "Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М.В. Ломоносова", grant Государственное задание