От отдельных нейронов до их ансамблей: как развивались и развиваются инвазивные нейротехнологии

д.б.н. **Михаил Альбертович Лебедев**

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва;
Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, С.-Петербург

Исторический спор Гольджи и Кахала о нейрональной доктрине формально завершился победой Кахала, утверждавшего, что нейрон является отдельным элементом. Однако современное понимание мозга как нейросети показывает, что этот спор в известной мере продолжается. Распределенное кодирование и нейрональная динамика требуют системного взгляда, но Нобелевские премии по-прежнему вручаются за изучение отдельных клеток, будь то клетки решетки или оптогенетика. У всех на слуху зеркальные нейроны, типы нейронов зрительной коры, мультимодальные нейроны, и это создает впечатление, что достаточно понять работу отдельной клетки, чтобы объяснить работу всего мозга.

Для качественной работы нейроинтерфейсов необходимы нейрональные ансамбли. Чем больше нейронов мы регистрируем одновременно, тем меньше шум и тем точнее можно управлять внешними устройствами. Если же мы замыкаем петлю обратной связи через нейростимуляцию, то ансамблевые свойства становятся критически важными. Именно ансамбли обеспечивают устойчивое декодирование намерений и естественную сенсорную обратную связь.

Последнее слово науки об ансамблях состоит в том, что они осциллируют и участвуют в бегущих волнах. Эти динамические паттерны не являются простым суммированием спайков отдельных нейронов. Они отражают координацию между областями мозга, связывают распределенные процессы и, возможно, имеют прямое отношение к сознанию. Таким образом, необходимо учитывать осцилляции и волны при разработке нейротехнологий.

Практический вывод для инвазивных нейротехнологий состоит в необходимости перехода от анализа одиночных клеток к декодированию состояния нейрональных ансамблей. Это касается и управления протезами, и нейростимуляции, и будущих нейроинтерфейсов, которые должны взаимодействовать с распределенной динамикой мозга. Только так возможно создавать по-настоящему эффективные нейроинтерфейсы.