

УДК 159.9, 57.018.54

Б.В. Журавлев**ПОИСК НОВЫХ МЕТОДОВ И ПРИБОРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НЕЙРОНОВ МОЗГА В ПРОЦЕССАХ ОБУЧЕНИЯ
И ПАМЯТИ**

Обсуждается гипотеза о переходе процессов запоминания и извлечения из памяти от биоэлектрических к нейрохимическим и далее к физическим конформационным изменениям молекул на основе жидкокристаллических структур мозга.

Мозг; нейрон; память; жидкие кристаллы.

B.V. Zhuravlev**SEARCH OF NEW METHODS AND DEVICES FOR THE ESTIMATION OF
ACTIVITY OF BRAIN'S NEURONS THE DURING TRAINING AND MEMORY**

The hypothesis about transition of processes of storing and extraction from memory from bioelectric to neurochemical and further to physical conformational changes of molecules is discussed on the basis of liquid crystal structures of a brain.

Brain; neuron; memory; liquid crystals.

Согласно положениям теории функциональных систем (ФУС) академика П.К.Анохина [1], процессы запоминания и извлечение из памяти являются одними из ключевых для понимания любых форм целенаправленного поведения животных и человека. Нам представляется, что для создания нейрокомпьютера необходимо использовать эти же положения данной теории. Поэтому, изучая деятельность нейронов мозга у животных, можно получить факты, которые дадут возможность использовать не только принципы их деятельности, но понять основу процессов, таких как: воспринимать сигналы, узнавать их, фиксировать, удерживать в памяти и, самое сложное, воспроизводить сигналы и образы внешнего мира.

Тем не менее, есть многочисленные исследования по созданию искусственных нейросетей в рамках решения проблемы «принятия решения», т.е. по теории ФУС интеграция сигналов в мозге – афферентный синтез на первых этапах реализации целенаправленного поведения животных и человека. Обобщая результаты этих исследований, можно видеть, что они направлены на решение одной задачи – обработки информационных потоков от каких-либо источников. Но это направление довольно далеко от главной задачи – создания нейрокомпьютера с близкими возможностями головного мозга.

Наши исследования были направлены на изучение процессов, связанных с анализом биоэлектрической активностью нейронов различных отделов головного мозга при обучении животных (кроликов) пищедобывательному и оборонительному поведению на классической условно-рефлекторной модели.

Была зарегистрирована динамика более 300 нейронов сенсомоторной коры и дорсального гиппокампа у интактных кроликов. В обеих моделях пусковыми сигналами служили звуковые щелчки (4 через 1 с) или тон, а подкреплением – пища или электрокожное раздражение (ЭКР) задней лапы животного. В отличие от многочисленных работ по этой теме [3, 4, 7], мы не использовали «классические» критерии при анализе активности нейронов по типу активации или торможения, а в основном использовали анализ временной структуры межспайковой активности

нейронов в виде составления интервальных гистограмм, где по оси абсцисс брали логарифмическую шкалу значений интервалов. В результате обработки данных была обнаружена общая закономерность в динамике биоэлектрической активности нейронов коры и гиппокампа при сочетаниях пусковых стимулов и подкрепляющих воздействий (рис.1), которая выражалась в том, что при наличии исходной голодной и оборонительной мотиваций, и после ЭКР, активность нейронов была пачечной или одиночно-пачечной, что находило отражение на интервальной гистограмме в виде бимодального распределения. После 15-20 сочетаний нейроны переходили на регулярную одиночную разрядную деятельность и на интервальной гистограмме было одномодальное распределение. После 30-50 сочетаний можно было видеть короткие «активации» спайков перед подкреплением, а затем нейроны переставали генерировать спайки.

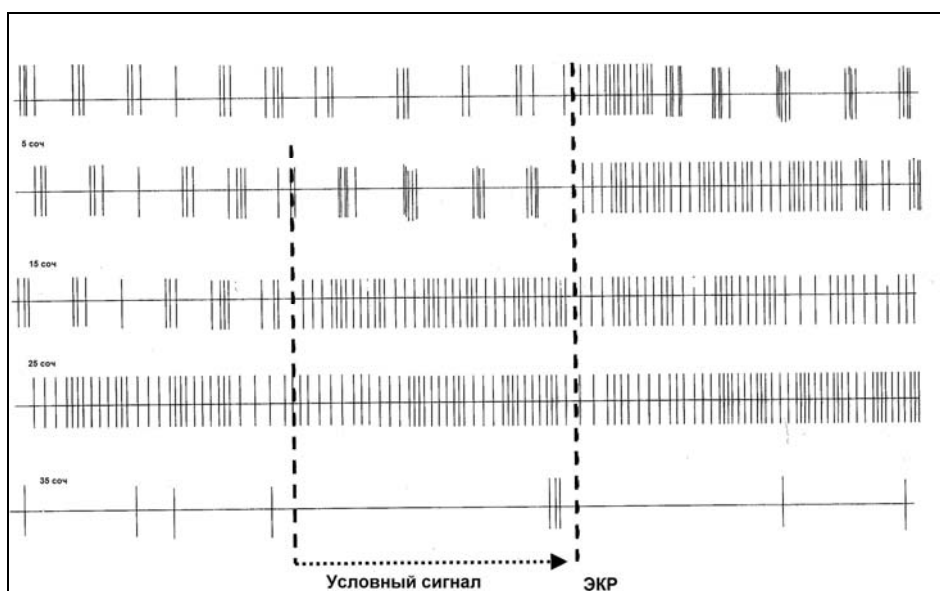


Рис. 1. Динамика нейронной активности при обучении животного оборонительному навыку. 5, 15, 25, 35 соч., – количество сочетаний условного и подкрепляющих воздействий. Условный сигнал – 6 секунд. ЭКР – электрокожное раздражение задней лапы животного

Практически 95 % нейронов коры и гиппокампа имели такую закономерную динамику.

На основе таких фактов мы предположили, что: а) в процессе обучения животных биоэлектрическая активность нейронов необходима для формирования внутриклеточной энграммы памяти и б) при автоматизации навыка для реализации этой деятельности подавляющее большинство нейронов использует нейрохимические внутриклеточные и межклеточные процессы.

Данные предположения требовали контрольных экспериментов. В связи с этим были проведены эксперименты на модели условно-рефлекторной деятельности кроликов при сочетаниях тона и ЭКР. Для регистрации спайковой активности и химической чувствительности нейронов сенсомоторной коры применяли многоканальные микроэлектроды, которые заполняли растворами 3 М NaCl, ацетилхолина, норадреналина, серотонина и контрольным 0,9 % NaCl. Обработку данных

проводили по методу составления постстимульных гистограмм на компьютере «Apple 2» США.

Из 50 нейронов 49 в процессе сочетаний давали выраженную активацию на пусковые и подкрепляющие стимулы к 15-20 сочетанию (рис. 2). Однако после 50-60 сочетаний разрядная деятельность нейронов прекращалась. На фоне отсутствия спайковой активности мы применили микроионофоретическое подведение к нейронам весь набор медиаторов без применения сочетаний пусковых и подкрепляющих стимулов. Наибольший интерес вызвал факт появления спайковой активности у нейронов на фоне подведения ацетилхолина, поскольку эта активность полностью совпадала по времени и месту в период начальных сочетаний (15-20). В связи с этим, можно предположить, что ацетилхолин активировал внутриклеточные нейрхимические процессы, которые были связаны с процессами формирования энграммы памяти и способствовал извлечению из памяти того паттерна спайковой активности, который обеспечивал процесс обучения животного.

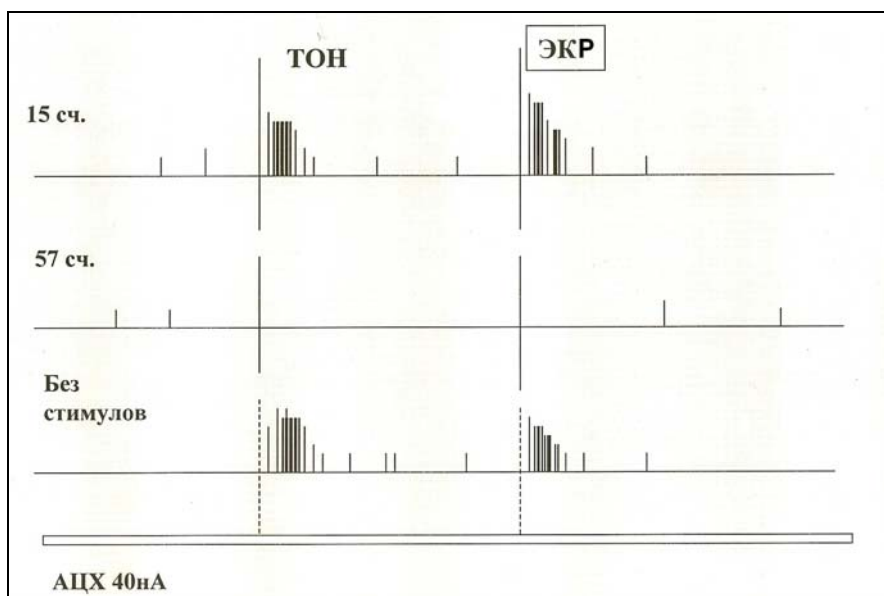


Рис.2. Постстимульные гистограммы активности нейронов СМК (сенсомоторной коры) в процессе обучения животных оборонительному поведению при микроионофоретическом подведении медиаторов. 15, 57 сч. – количество сочетаний условного и подкрепляющих воздействий. ТОН – условный сигнал, ЭКР – электрокожное раздражение задней лапы животного. АЦХ 40 нА – микроионофорез раствора ацетилхолина к нейрону

Таким образом, полученные данные, с одной стороны, подтверждают гипотезу академика П.К. Анохина об «интегративной деятельности нейронов» на основе внутриклеточных нейрхимических процессов, а с другой – высказать гипотезу о том, что нейрхимические процессы могут обеспечивать процессы запоминания и хранения информации, однако процессы извлечения из памяти происходят намного быстрее, чем нейрхимические реакции. В связи с этим, а также учитывая многочисленные данные [2, 5, 8], представляется возможным говорить об этих процессах как физических, реализуемых на основе жидкокристаллической струк-

туры мозга. Возможности жидкокристаллических структур неограниченны по скорости конформационных изменений молекул (ДНК, гормоны, олигопептиды и др.).

Поэтому мы предлагаем некоторую цепочку событий, например при обучении животных и человека, вначале изменения касаются спайковой активности нейронов мозга, затем нейрохимические процессы внутри и между нейронами (энграмма памяти), а в заключение физические конформационные процессы извлечения из памяти и реализация поведенческой деятельности.

В заключение хотелось обратиться к цитате академика П.К. Анохина: «... живая материя, «вписавшись» в уже готовую пространственно-временную систему мира, не могла не отразить на себе ее свойства, ее архитектуру, если только эти свойства имели отношения к основному признаку самой живой материи – выживаемости». С учетом этой идеи, особенно это касается физиков и математиков, головной мозг – как высшее достижение эволюции в природе, нельзя не учитывать его способность изменять свою работу в лучшую или наоборот в худшую сторону под влиянием физических факторов волновой природы. Можно привести множество научных данных об этих эффектах, но в рамках той задачи, которая озвучена в названии журнала, наша гипотеза о жидкокристаллической структуре живого мозга и ее возможностей по сравнению с микрочипсами и их аналогами не выдерживает объективной критики.

Вызывает сожаление, что мой 30-летний опыт разработки методов анализа жидкокристаллических структур биологических объектов с физиками (МИФИ, МАИ и др.) не принес должного успеха.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Анохин П.К.* Биология и нейрофизиология условного рефлекса. – М.: Медицина, 1968. – 548 с.
2. *Богомолова Е.М.* О различных типах кортикопетальных влияний со стороны глубинных эмоциогенных образований мозга // Механизмы и принципы целенаправленного поведения. – М.: Наука, 1972. – С. 228–258.
3. *Фадеев Ю.А.* Импульсная активность корковых нейронов при формировании и осуществлении целенаправленного поведения // Успехи физиологических наук. – 1980. – Т. 11. № 3. – С. 12–46.
4. *Швырков В.Б.* Нейрофизиологическое изучение системных механизмов поведения. – М.: Наука, 1982. – 326 с.
5. *Leshley K.* Psychological Mechanisms in Animal Behavior Society Experimental Biology, N.Y., 1950, P. 454–482.
6. *Kandel E.R.* Cellular Basis of Behavior, W.H.Freeman and Company, San-Francisco, 1976.
7. *Werner G. Mountcastle V.B.* The variability of central neuronal activity in a sensory system and its implications for the central reflection of a sensory events. // J.Neurophysiol. – 1963. – V. 26. – P. 958–977.

Журавлев Борис Васильевич

Учреждение РАМН НИИ Нормальной Физиологии имени П.К. Анохина РАМН.

E-mail: murtazina@yandex.ru.

125315, г. Москва, ул. Балтийская, д. 8, тел.: (915)4595411.

Профессор, д.м.н.

Zhuravlev Boris Vasilevich

Anochin's Institute of normal physiology Russian Academy of medicine science.

E-mail: murtazina@yandex.ru.

8, Baltiskay st., Moscow, 125315, Russia, Phone: (915)4595411.

Professor, Doctor Med. Sc.