

## Алгоритм локализации источников биоэлектрической активности в головном мозге человека с применением методов ЭЭГ и фМРТ

Князев А.В. /knyazev\_av@nrcki.ru/, Ушаков В.Л., Вартанов А.В.,  
Карташов С.И., Марченков Н.С.

Национальный Исследовательский Центр «Курчатовский  
Институт», Москва, Россия

На сегодняшний день существует несколько неинвазивных методов изучения работы головного мозга: функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ), электроэнцефалография (ЭЭГ), магнитная электроэнцефалография (МЭГ), совмещенная позитронно-эмиссионная/компьютерная томография (ПЭТ/КТ), айтрекинг. В работе представленный алгоритм совмещения двух из вышеперечисленных методов: фМРТ и ЭЭГ.

фМРТ регистрирует процессы изменения кровотока, сопряженные с изменениями метаболизма в нервной ткани длительностью около нескольких секунд, в то время как ЭЭГ регистрирует электрическую активность в нервной ткани в миллисекундном интервале. Метод фМРТ не даёт нужного временного разрешения для изучения электрической активности нейронов, а метод ЭЭГ, имея хорошее временное разрешение, даёт неоднозначное пространственное. В связи с этим становится особо актуальным совмещение данных ЭЭГ- и МРТ-исследований, что предоставит возможность:

1. Верифицировать по регистрации метаболических изменений пространственную локализацию источников электрической активности, рассчитываемых с помощью метода ЭЭГ;
2. Повысить информативность методов;
3. Придать большую достоверность результатам нейрофизиологического исследования систем нейронов головного мозга.

На данный момент существует ряд программ 3D локализации эквивалентных дипольных источников электрической активности внутри головного мозга по распределению потенциалов на скальпе человека. Однако решение обратной задачи ЭЭГ является до сегодняшнего дня неустойчивым и неоднозначным, поскольку требует учета пространственных неоднородностей проводимости слоев белого и серого вещества, слоя спинномозговой жидкости, костей черепа и скальпа.

Предложенный алгоритм обработки данных ЭЭГ представляет собой последовательное использование ряда программ: BrainSys, MultiFactorSelection (метод разделения электрической активности мозга на корковую и глубинную составляющие) [1], BrainLoc 6.1 (также используется приложение blview), статистические методы многопараметрического анализа SPM8, Statistica 8.

Для верификации результатов, полученных по данным ЭЭГ, было проведено дополнительное фМРТ исследование с идентичной парадигмой.

Для обработки данных фМРТ использовались программы SPM8 и Caret 5.61, которые дают возможность получить карты нейронной активности коры головного мозга человека при выполнении когнитивных задач [2].

Вышеописанный метод был опробован при исследовании функциональных сетей «зеркальных» нейронов головного мозга человека. Данные ЭЭГ и фМРТ были обработаны в соответствии с вышеуказанными алгоритмами. По полученным результатам были выявлены корреляции между данными фМРТ и ЭЭГ, зоны активности головного мозга, задействованные при просмотре и представлении видеороликов, локализованы сети «зеркальных» нейронов [3].

В перспективе данный алгоритм может быть применен также для определения зон эпилептической активности, в нейрохирургии, для разработки мозг-компьютерных интерфейсов.

### *Литература*

1. Вартанов А.В. 2002г. Многофакторный метод разделения ЭЭГ на корковую и глубинную составляющую. Журнал высшей нервной деятельности. Том 52, № 1, с. 111-118
2. Ушаков В.Л., Верхлютов В.М., Соколов П.А., Ублинский М.В., Стрелец В.Б., Аграфонов А.Ю., Петрайкин А.В., Ахадов Т.А. Активация структур мозга по данным фМРТ при просмотре видеосюжетов и припоминании показанных действий / Журнал высшей нервной деятельности. Том 61. № 5, с. 553–564.
3. Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, Fogassi L. 1996 Premotor cortex and the recognition of motor actions. /Brain Res Cogn Brain Res. Mar;3(2):131-41.

## **Обнаружение специфических участков МЭГ активности головного мозга человека, возникающих в ответ на словесные стимулы\***

*Коршаков А.В. /korshakov\_av@mail.ru/*

*Национальный Исследовательский Центр «Курчатовский  
Институт», Москва, Россия*

Появление СКВИД-магнитометров знаменует новый этап в исследовании нервной системы человека. Магнитный датчик реагирует непосредственно на токи, протекающие в мозге, т.е. пространственное распределение и временная зависимость магнитоэнцефалографических сигналов прямо отражают внутреннюю электрическую активность мозга, искаженную влиянием черепа в меньшей степени, чем для случая ЭЭГ. Это следует из общих свойств магнитных полей, создаваемых источниками в проводящем теле сферической формы. Внешние возмущения магнитного поля на несколько порядков сильнее, магнитных полей человека [1, 2].

В работе анализировались многоканальные МЭГ-данные магнитометра «Neuromag» фирмы «Elekta», установленного в московском МЭГ-центре. Магнитометр обладает 102-мя 3-х канальными сенсорами для обнаружения сверхслабых

---

\* Поддержано Российским Фондом Фундаментальных исследований, гранты 11-07-00637-а и 11-04-12086-ofi\_m.