

Технология создания атласа парциальных спектров отделов головного мозга человека

Рыкунов С.Д., Оплачко Е.С., Полянин А.Г., Устинин М.Н.

ИМПБ РАН, Пущино

Объект исследования, методы и цель работы

- Экспериментальные данные – многоканальные магнитные энцефалограммы.
- Методы: Анализ спектральных компонент активности в пространстве частота-паттерн. Нахождение пространственных границ анатомических разделов мозга.
- Целью работы является выявление спектральных особенностей, присущих различным отделам головного мозга человека.

Основные определения

- Паттерн магнитного поля - соотношение между значениями магнитной индукции в различных каналах в определенный момент времени.
- Функциональная томограмма – пространственное распределение мощности источников магнитного поля.
- Парциальный спектр - набор частот и коэффициентов преобразования Фурье, принадлежащих источникам в определенной области пространства.

Этапы построения парциального спектра

1. Построение функциональной томограммы по данным магнитной энцефалографии;
2. Сегментация магниторезонансной томограммы головы конкретного субъекта в полуавтоматическом режиме, с последующим уточнением полученной сегментации;
3. Создание масок на основе сегментации и их наложение на функциональную томограмму;
4. Нахождение парциальных спектров, соответствующих маскам и их последующий анализ.

Построение функциональной томограммы

1. Вычисление высокоточного Фурье-преобразования для многоканального входного временного ряда. Интегралы Фурье вычисляются для всего времени измерений.
2. Обратное преобразование Фурье на каждой частоте – получение спектральных компонент, как многомерных функций времени.
3. Разделение полученных спектральных компонент на независимые когерентные составляющие с применением методов анализа независимых компонент.
4. Вычисление паттернов для независимых составляющих.
5. Построение пространственной сетки заданной точности, размещение в узлах модельных источников, вычисление пробных паттернов магнитного поля.
6. Распределение экспериментальных паттернов в пространстве путем минимизации на массиве пробных паттернов, полученных на шаге 5.

Сегментация магнитно-резонансной томограммы мозга

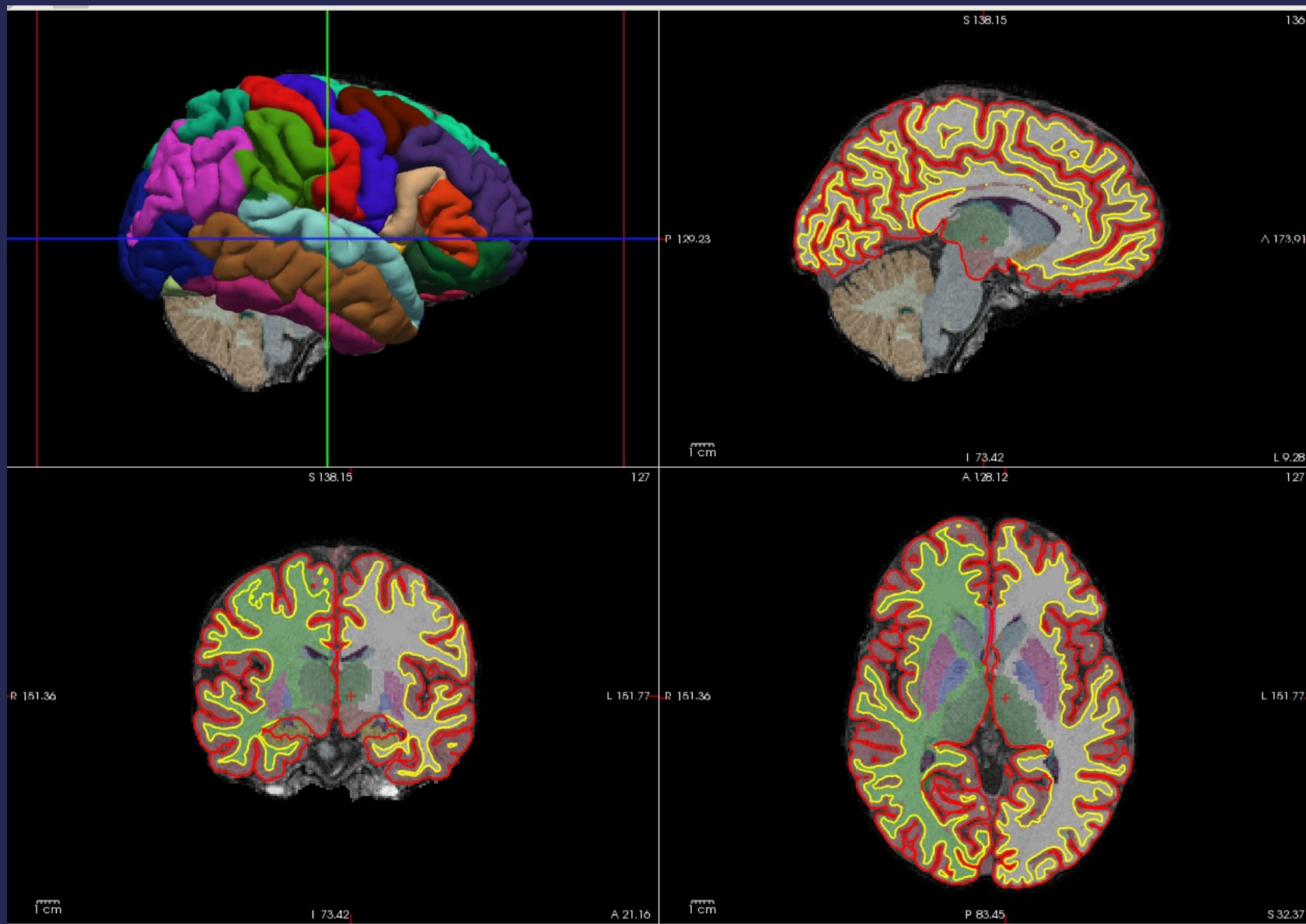
Сегментация МРТ – разделение объема на области, занимаемые различными отделами и структурами головного мозга. Сегментация производится по анатомическим атласам головного мозга. Результатом является аннотированная трехмерная карта мозга.

Для сегментации могут использоваться следующие программные средства:

- Slicer3D
- FreeSurfer
- ITK-Snap

Полученная карта мозга преобразуется в воксельные маски заданного разрешения, находятся и удаляются пересекающиеся области масок, строятся индексные маски.

Карта сегментации головного мозга

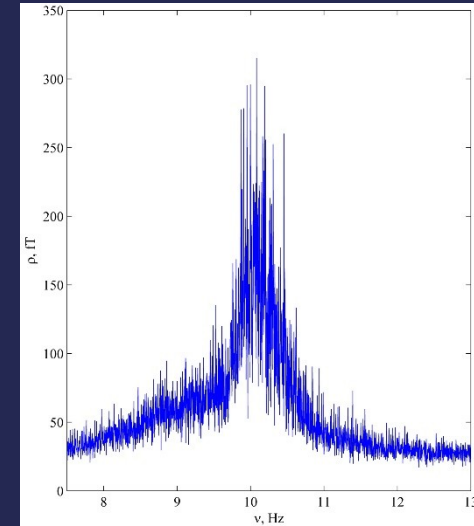
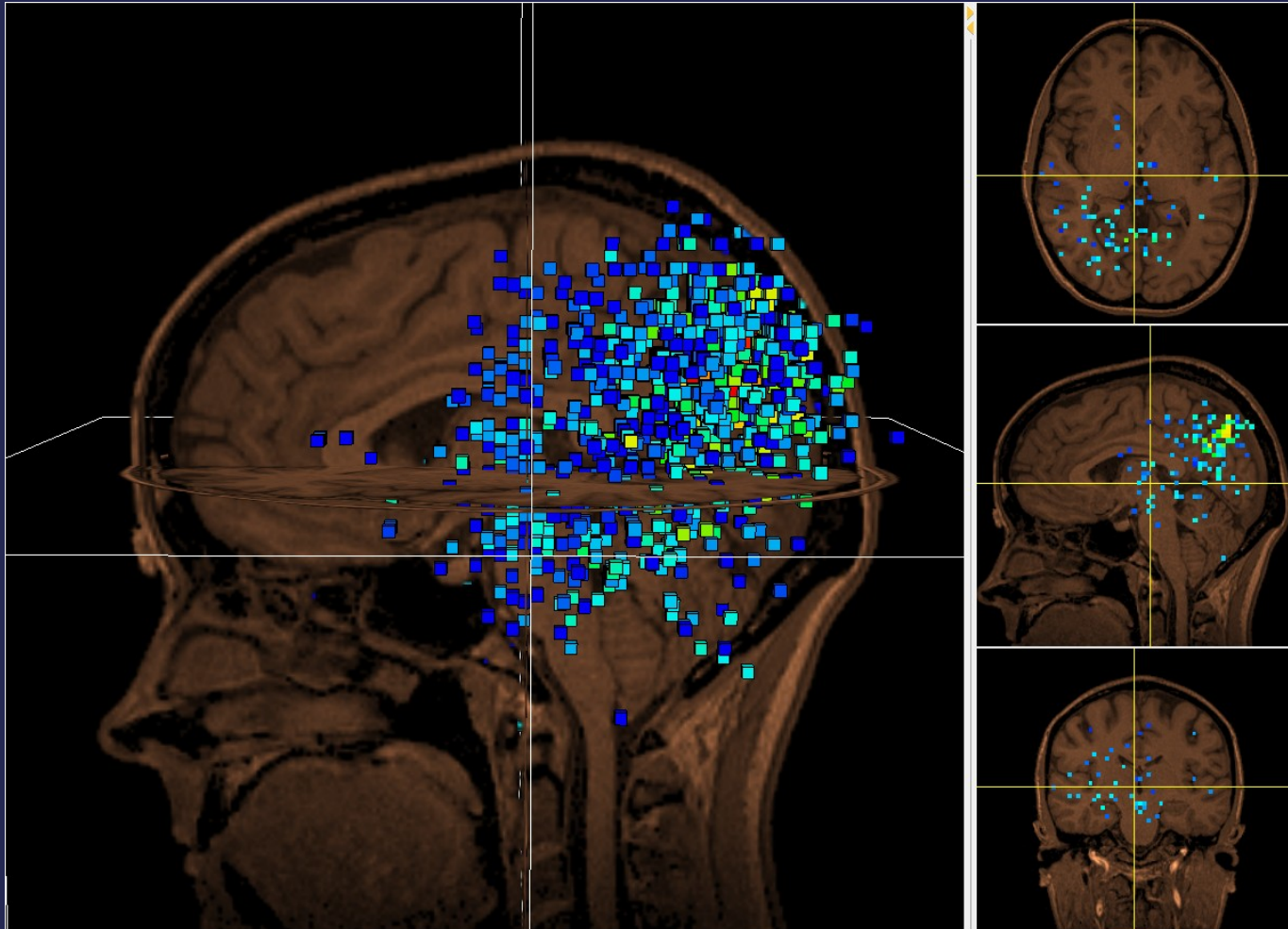


Альфа-ритм

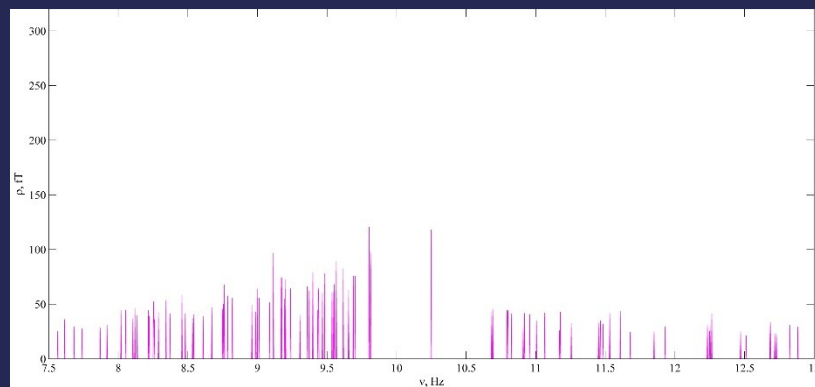
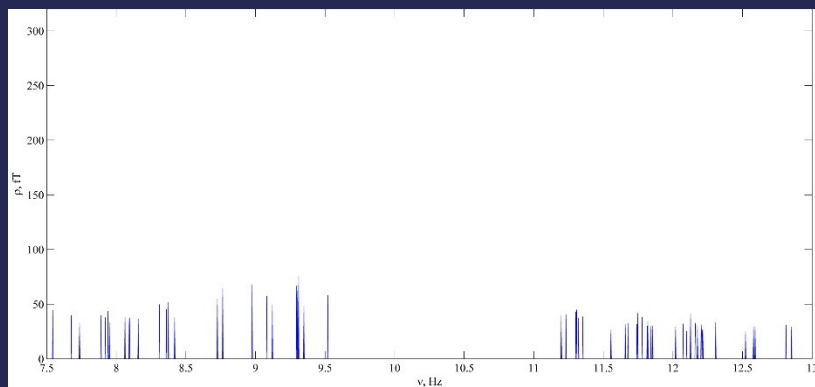
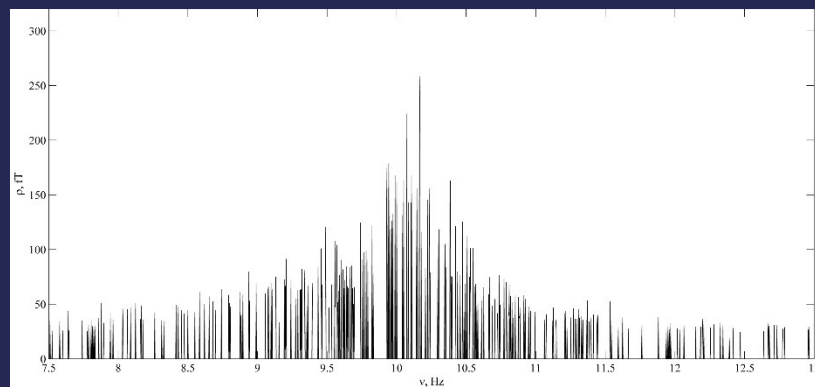
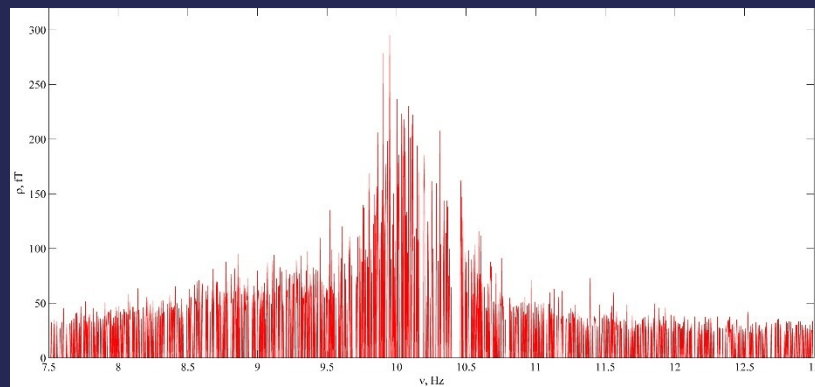
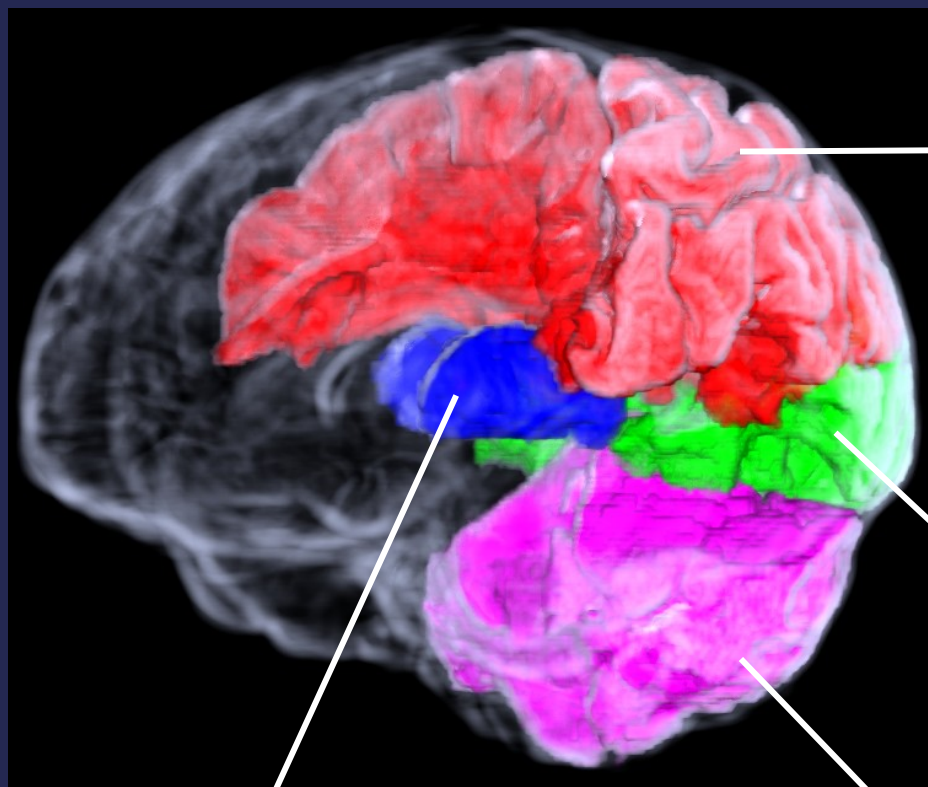
Альфа-ритм (α -ритм) — ритм ЭЭГ/МЭГ в полосе частот от 8 до 14 Гц, средняя амплитуда 30—70 мкВ. Регистрируется у 85—95% здоровых взрослых. Лучше всего выражен в затылочных отделах. Наибольшую амплитуду α -ритм имеет в состоянии спокойного бодрствования, особенно при закрытых глазах в затемнённом помещении. Блокируется или ослабляется при повышении внимания (в особенности зрительного) или мыслительной активности.

- Альфа-ритм, как правило, проявляется в состоянии субъекта с закрытыми глазами (ГЗ)
- Альфа-ритм подавляется в состоянии с открытыми глазами (ГО)

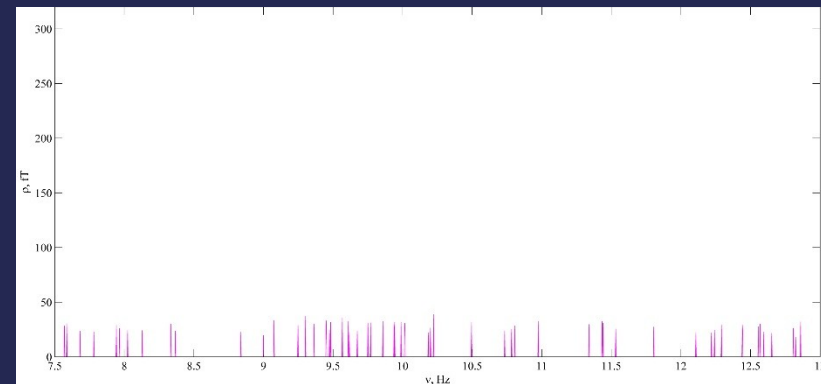
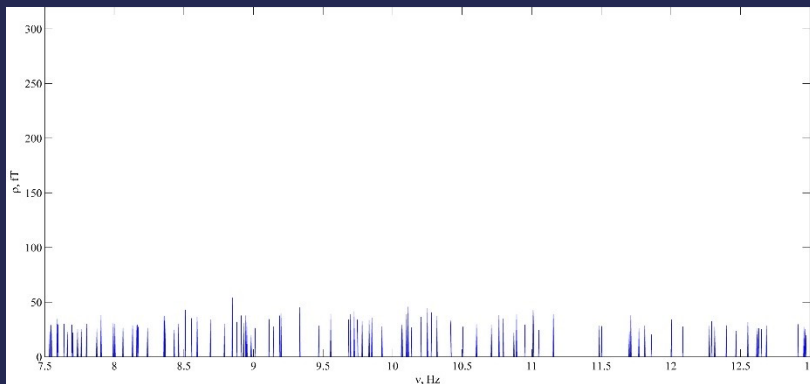
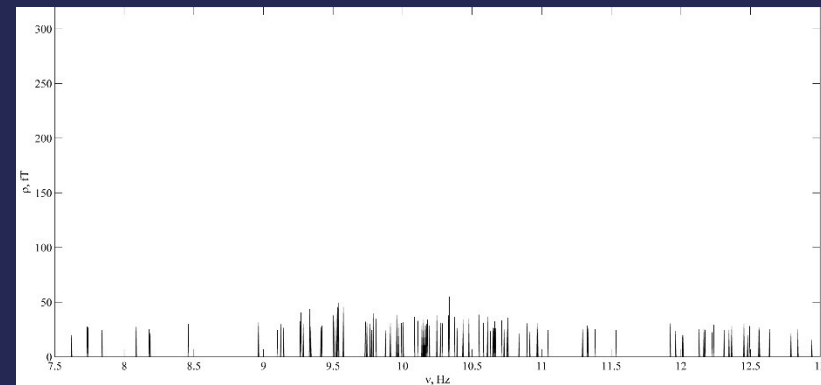
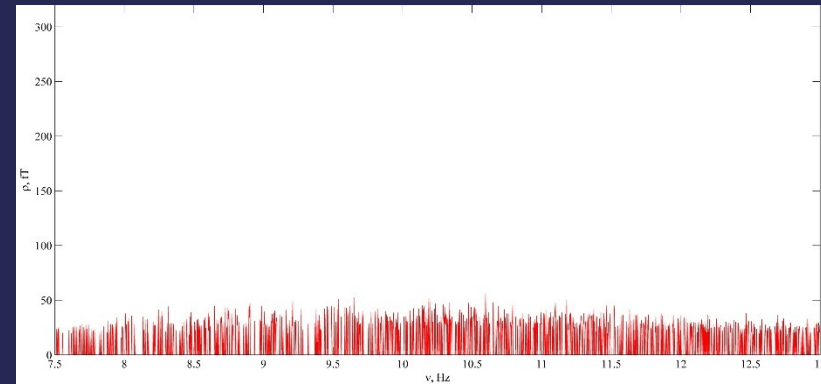
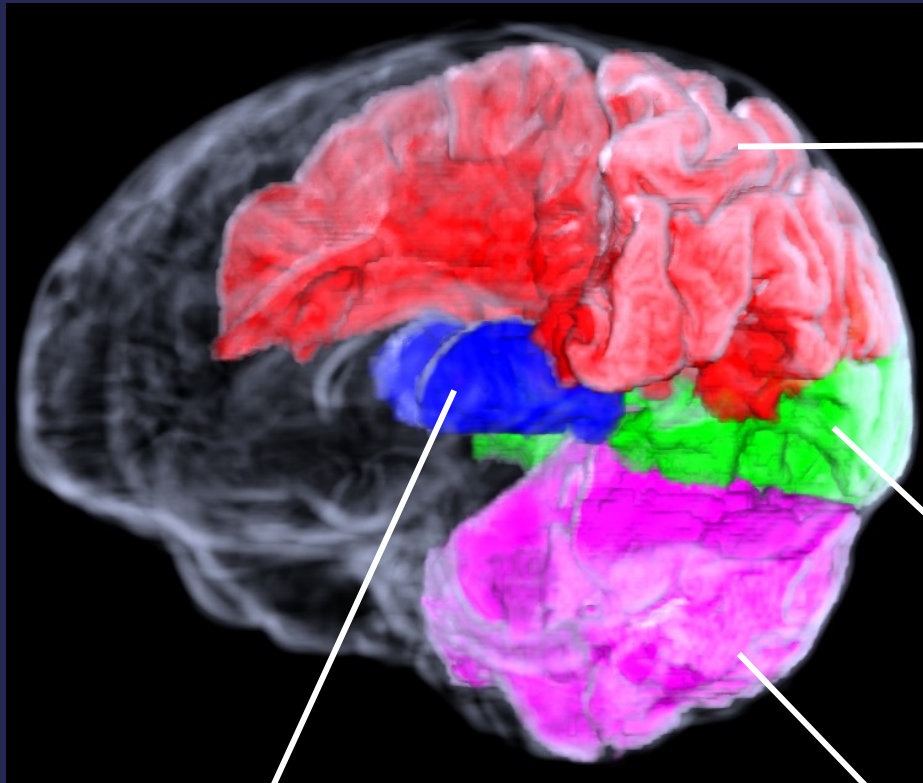
Спектр и функциональная томограмма альфа-ритма



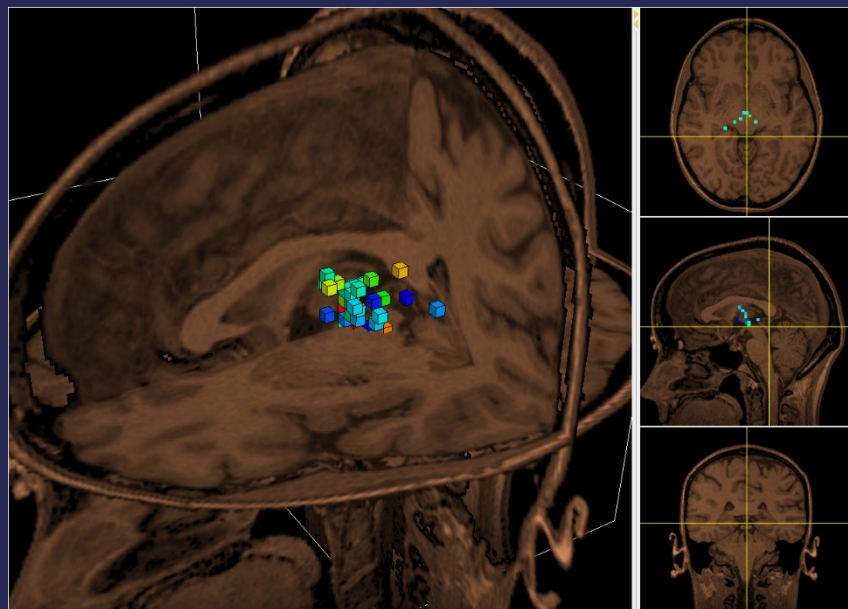
Парциальные спектры альфа-ритма(ГЗ)



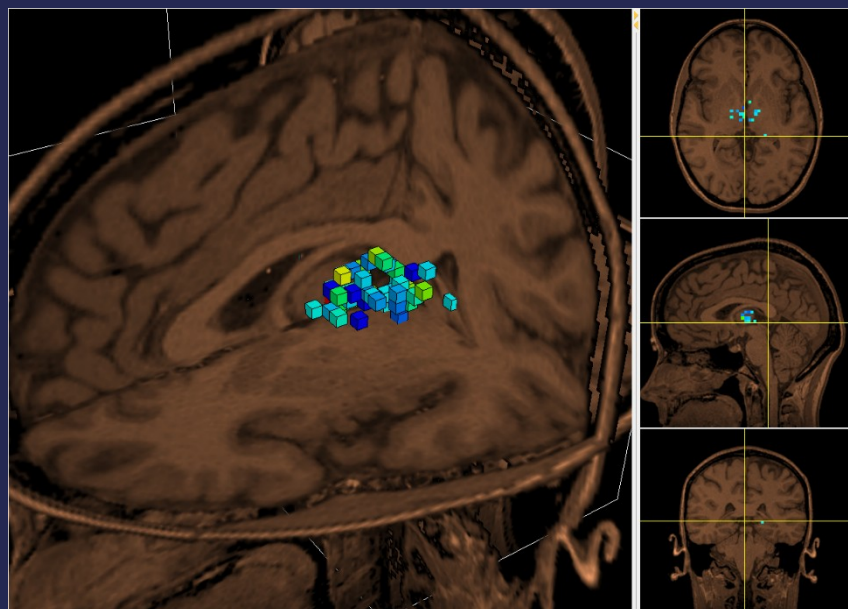
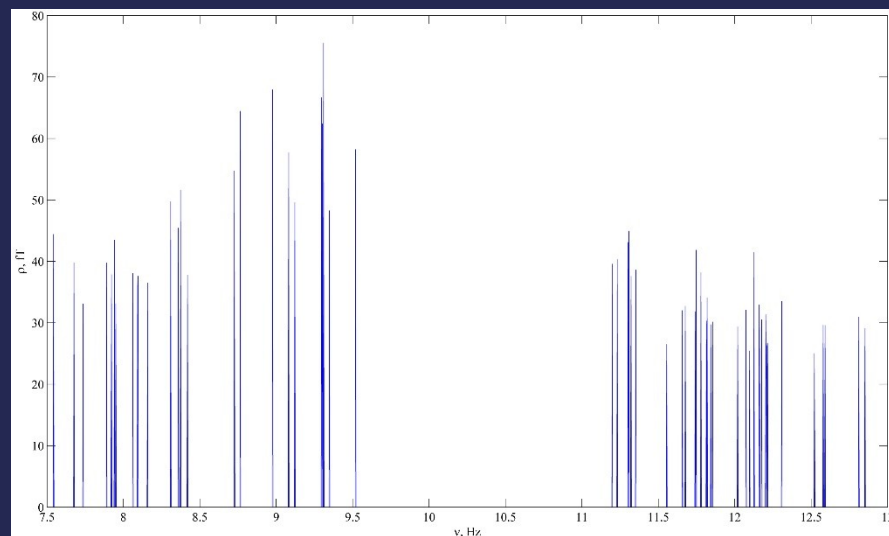
Парциальные спектры альфа-ритма(ГО)



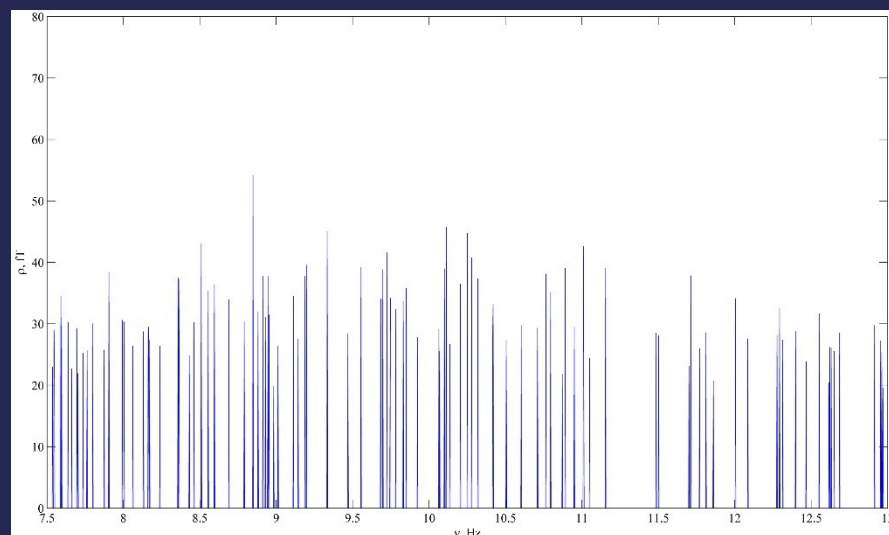
Функциональная томограмма и парциальный спектр таламуса



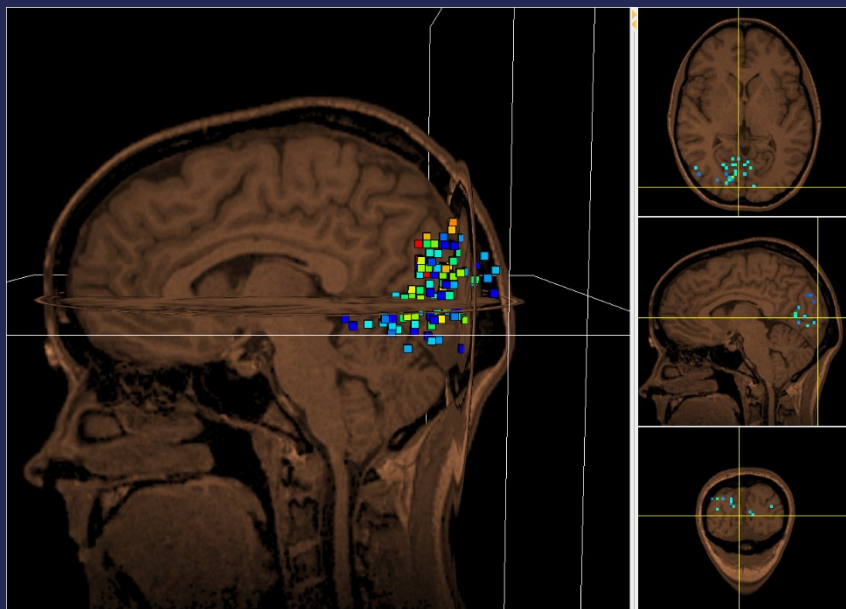
Глаза закрыты



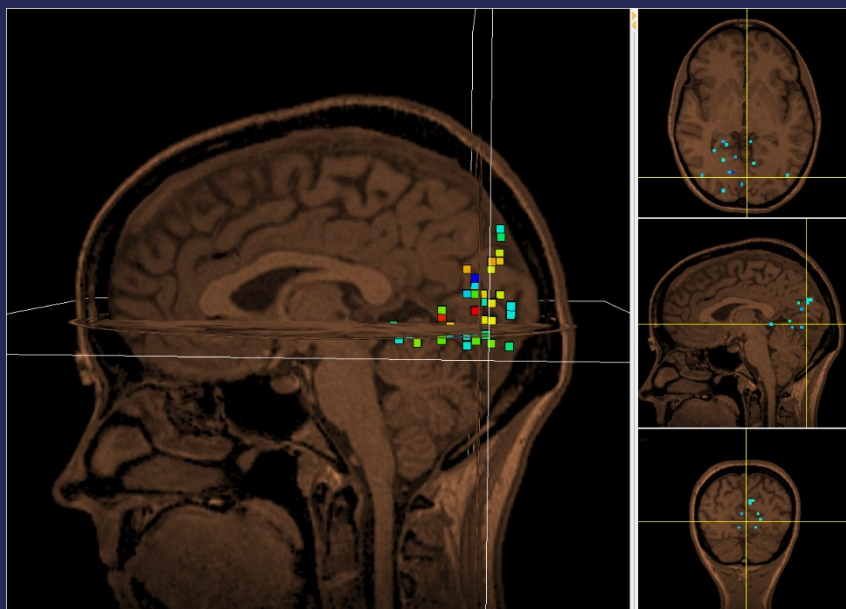
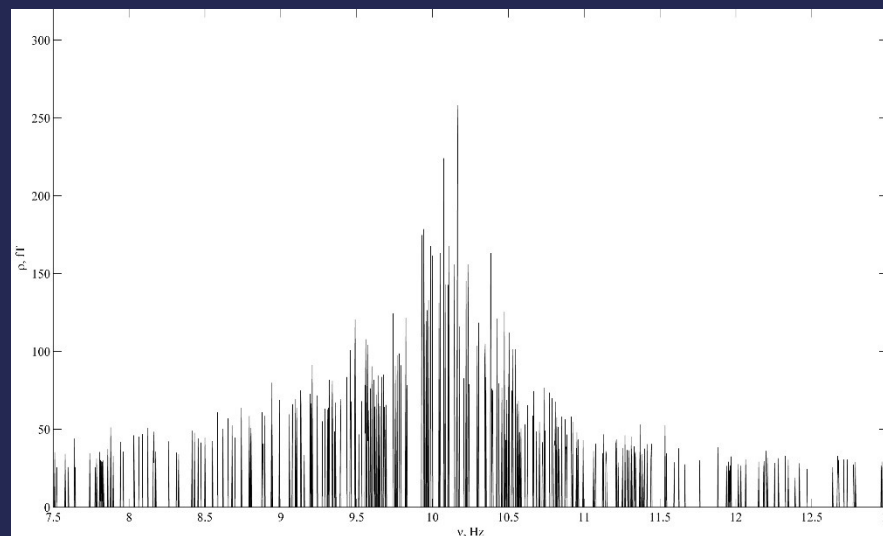
Глаза открыты



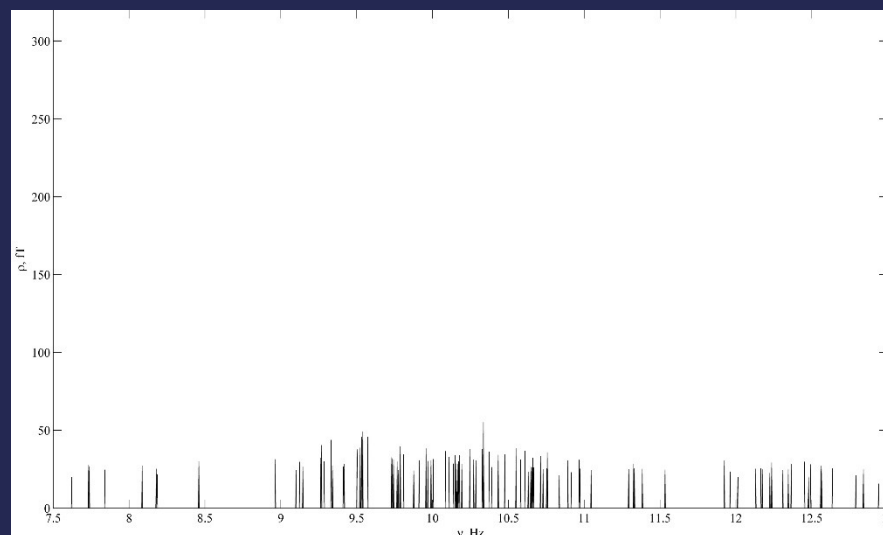
Функциональная томограмма и парциальный спектр затылочной доли



Глаза закрыты



Глаза открыты



- Предложенная технология позволяет выявить спектральные особенности источников электромагнитных полей, расположенных в различных анатомических разделах головного мозга человека.
- Создаваемый атлас парциальных спектров найдет применение в фундаментальных и диагностических исследованиях мозга.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проекты 14-07-31309, 14-07-00636, 13-07-00162, 13-07-12183, а также при поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН 43П.