

Исследование магнитных энцефалограмм пациентов с синдромом дефицита внимания и гиперактивности методом виртуальных электродов

Рыкунов С.Д., Устинин М.Н.,
Бойко А.И., Панкратова Н.М.

ИМПБ РАН - филиал ИПМ им. М.В. Келдыша РАН

Объект исследования

Многоканальные записи магнитных полей,
создаваемых человеческим мозгом.

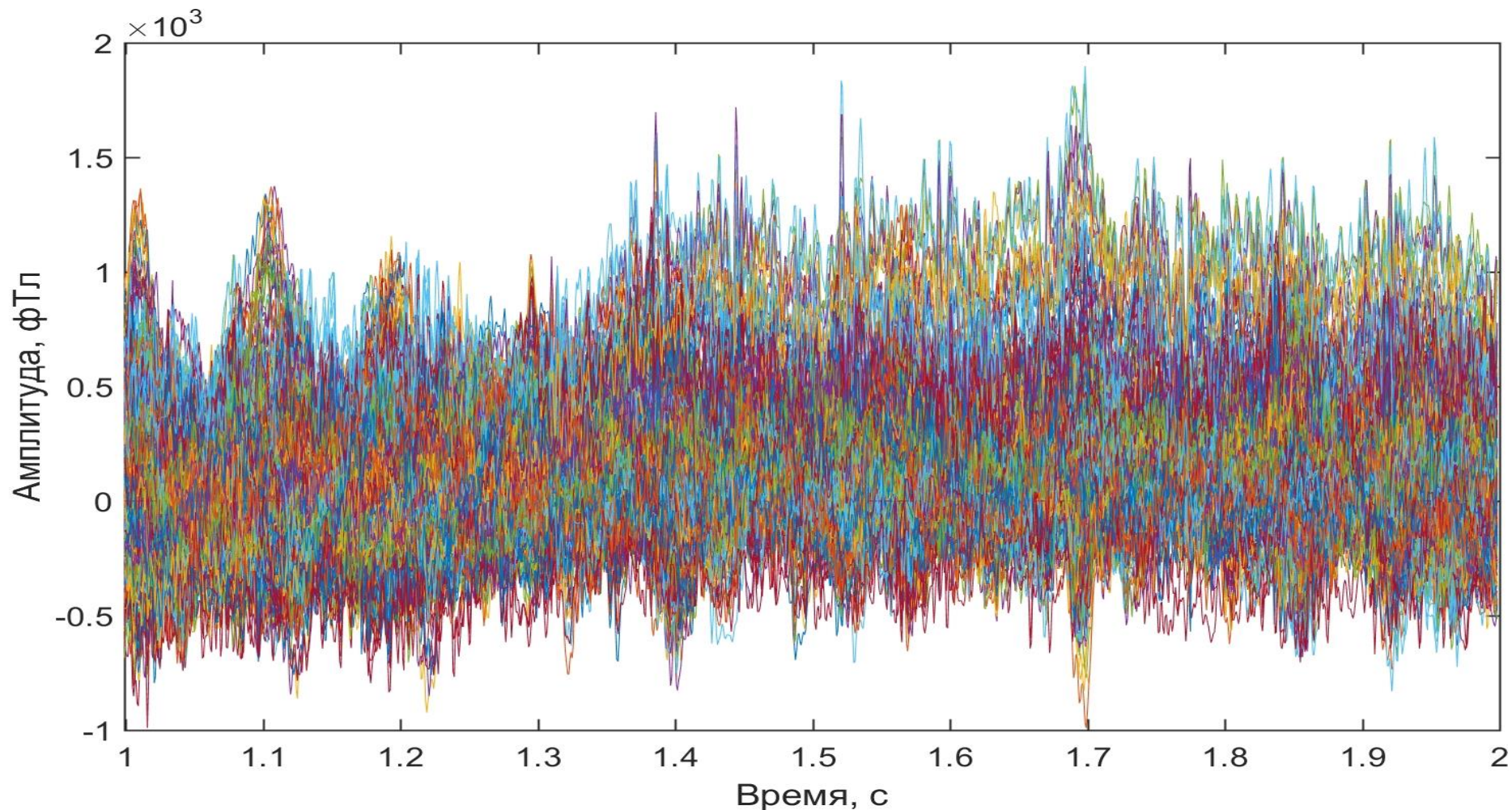
Цели исследования

Реконструкция местоположения, частотных характеристик и временных рядов источников активности головного мозга по измерениям его магнитного поля.

275-канальный магнитный энцефалограф VSM Medtech CTF сMEG 275



275-канальная Магнитная энцефалограмма (МЭГ) за одну секунду регистрации в полосе частот 0-350Гц, частота регистрации – 1200Гц



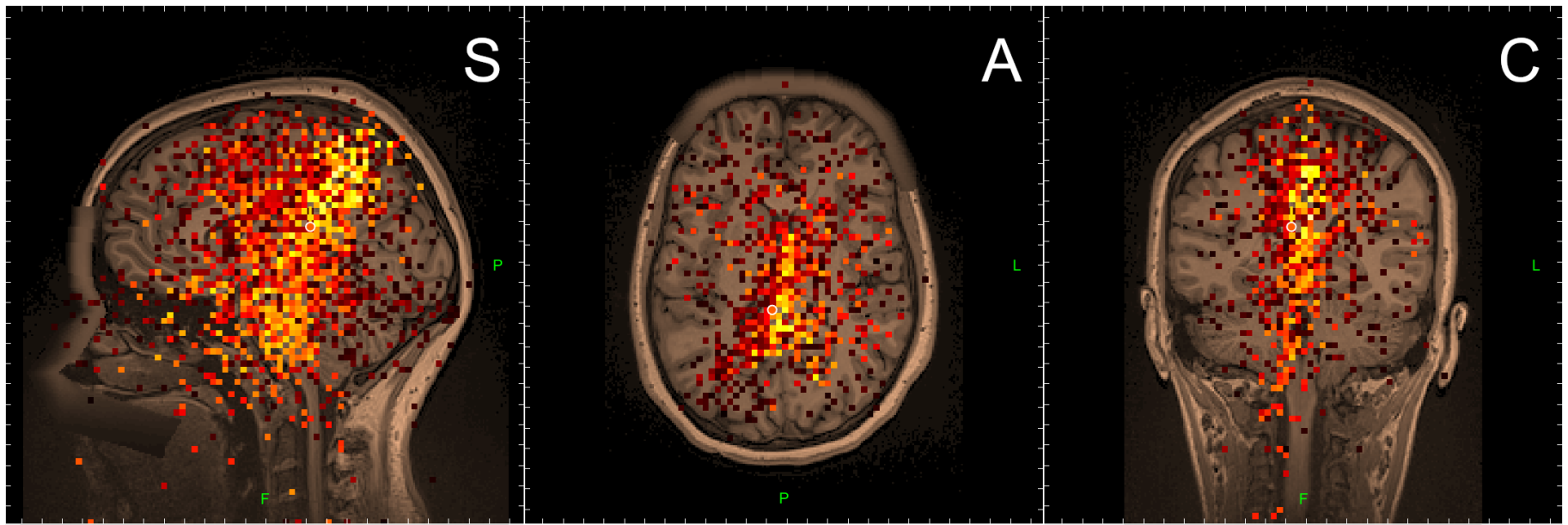
Запись продолжительностью в 420 секунд содержит 504 тысячи замеров в 275 каналах

Функциональная томография

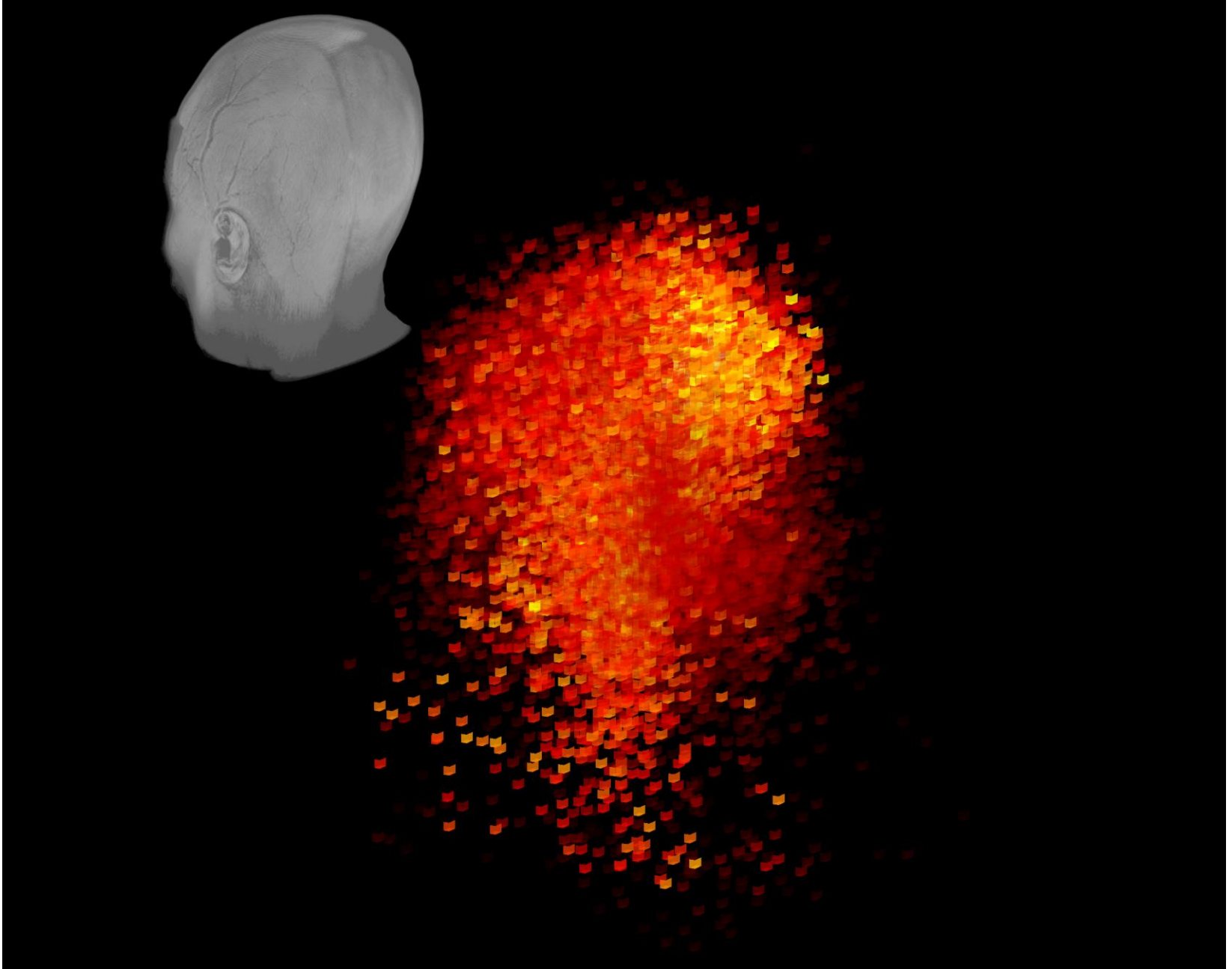
Функциональная томография - метод анализа многоканальных энцефалограмм в пространстве частота-паттерн, основанный на детальном спектральном анализе и решение обратной задачи путем полного перебора на пространственной сетке заданной точности.

Функциональная томограмма – пространственное распределение мощности источников магнитного поля. Функциональная томограмма ставит в соответствие каждой элементарной осцилляции пространственное положение её источника.

Для каждой ячейки пространства известны параметры всех элементарных источников в ней: частота, спектральная мощность, амплитуда и направление дипольного момента.



Функциональная томограмма и МРТ



Метод виртуальных электродов

Виртуальный электрод - пространственная маска, посредством которой из функциональной томограммы выбираются все компоненты, находящиеся в заданной области. Минимальный размер виртуального электрода равен пространственному разрешению функциональной томограммы.

По выбранным компонентам строится суммарный многоканальный спектр и восстанавливается временной ряд всех источников, находящихся в заданной области.

Программный комплекс «ВиртЭл»

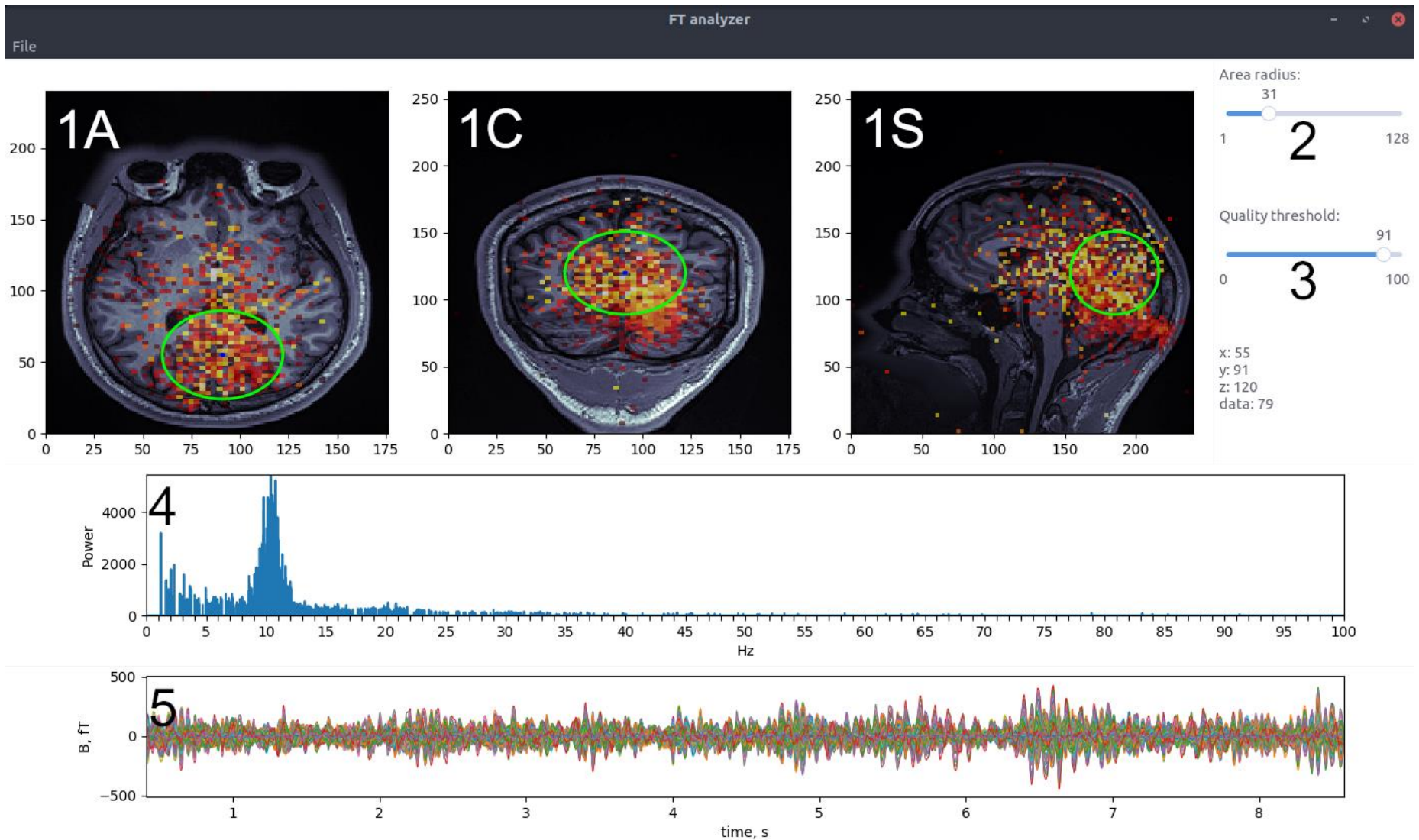
Для анализа ФТ методом виртуальных электродов был разработан программный комплекс «ВиртЭл» со следующими функциями:

- Совместное отображение МРТ и ФТ в трех проекциях
- Фильтрация ФТ по качеству решения
- Выбор положения и размера области интереса
- Построение спектра для выбранной области
- Восстановление многоканального временного ряда для выбранной области
- Сохранение спектра и временного ряда

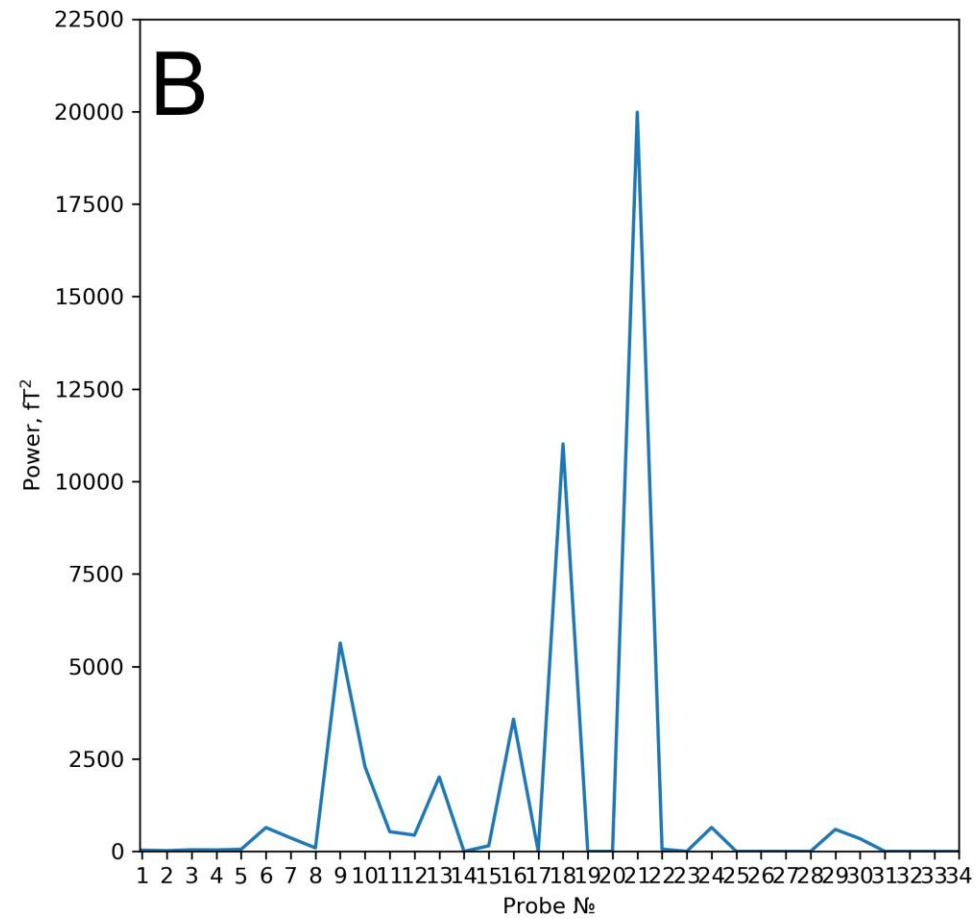
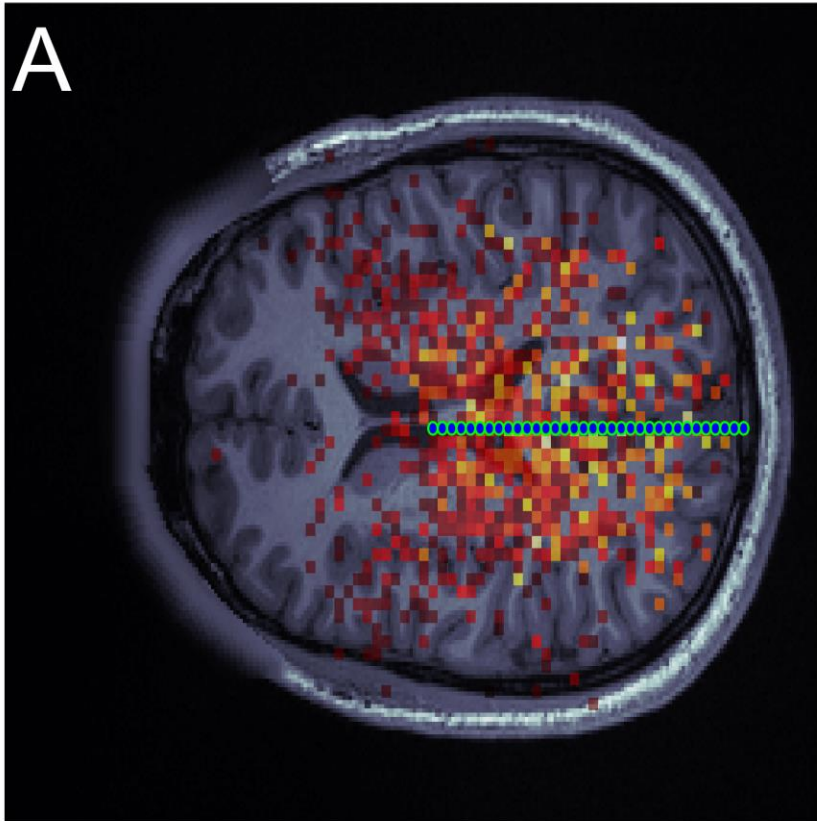
Схема работы комплекса



Спектр и временной ряд альфа-ритма

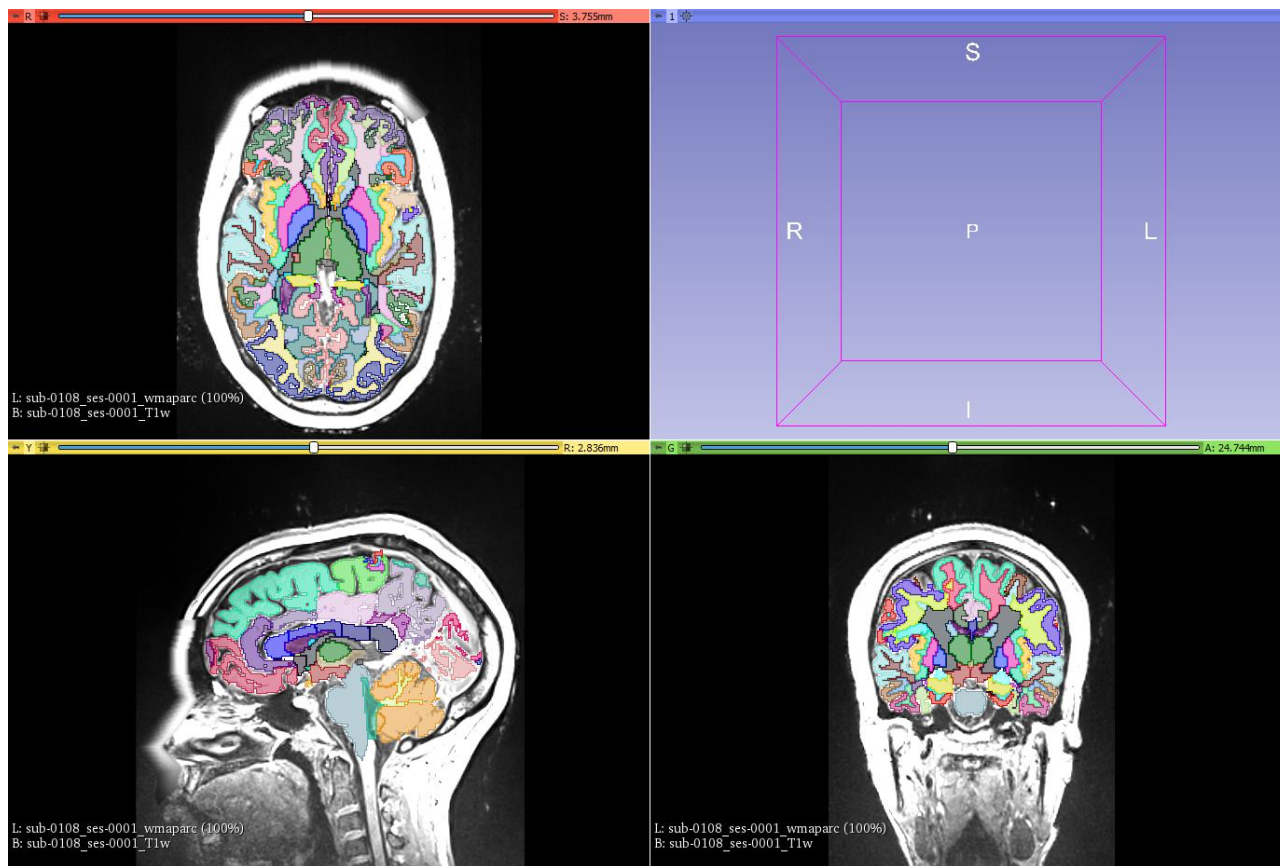


Исследование структуры альфа-ритма

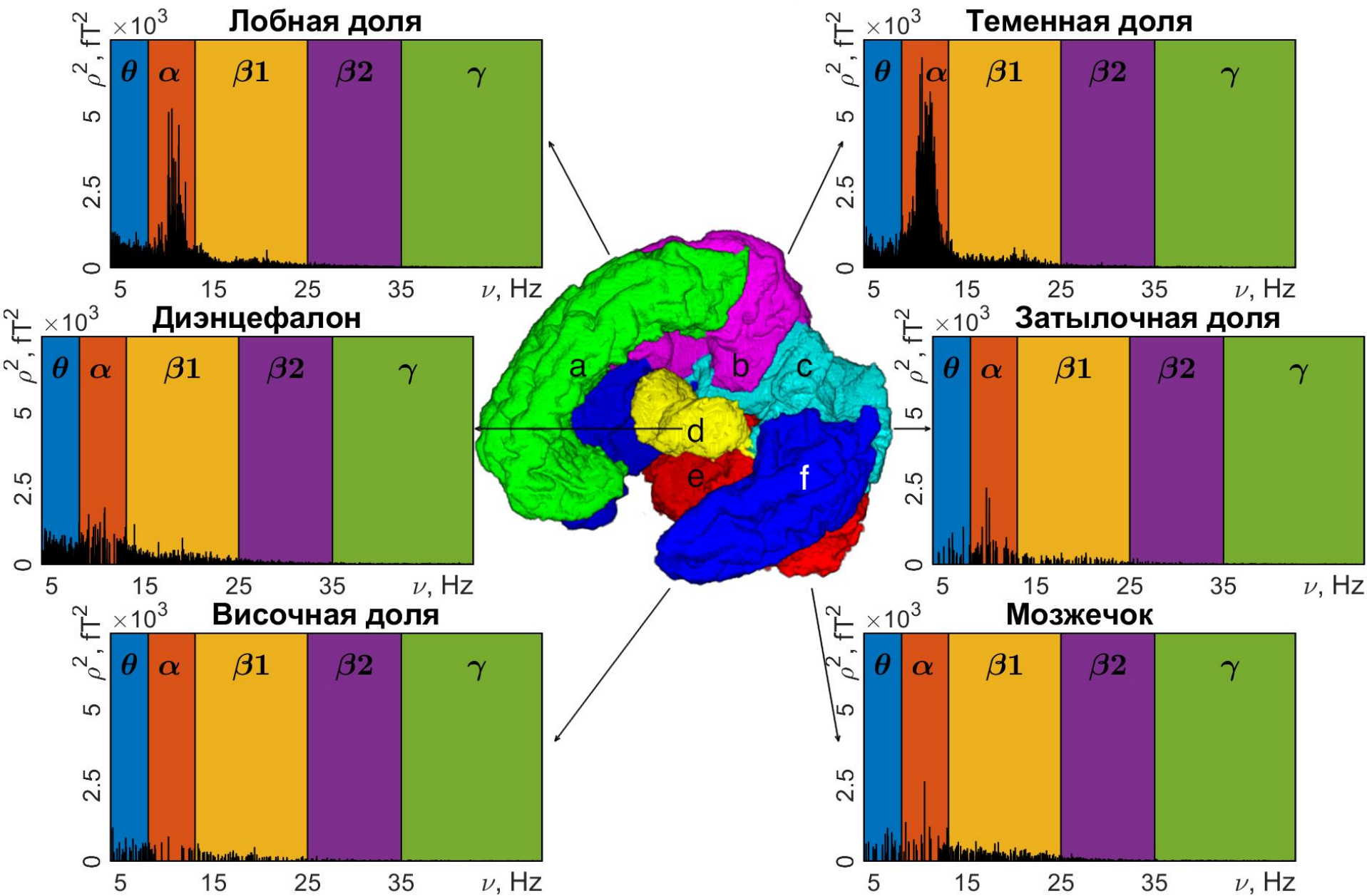


Возможный подход — использование результатов автоматической сегментации МРТ головного мозга в качестве масок для задания виртуальных электродов.

Результаты сегментации в Freesurfer, просмотр в Slicer 3D



Спектры активности по разделам мозга



Результаты

- Был создан новый метод для анализа данных магнитной энцефалографии
- Разработан программный комплекс, реализующий этот метод
- Проанализированы записи активности, построены карты распределения мощностей источников альфа-ритма, получены их многоканальные спектры и временные ряды
- Проанализированы записи активности испытуемых с синдромом дефицита внимания и гиперактивности с применением виртуальных электродов анатомически значимой формы, построены распределения спектральных мощностей

Возможные применения

- Детальный анализ активности
- Сравнительный анализ активности двух и более областей головного мозга
- Исследование коннективности

Работа выполнена при поддержке РФФИ.