

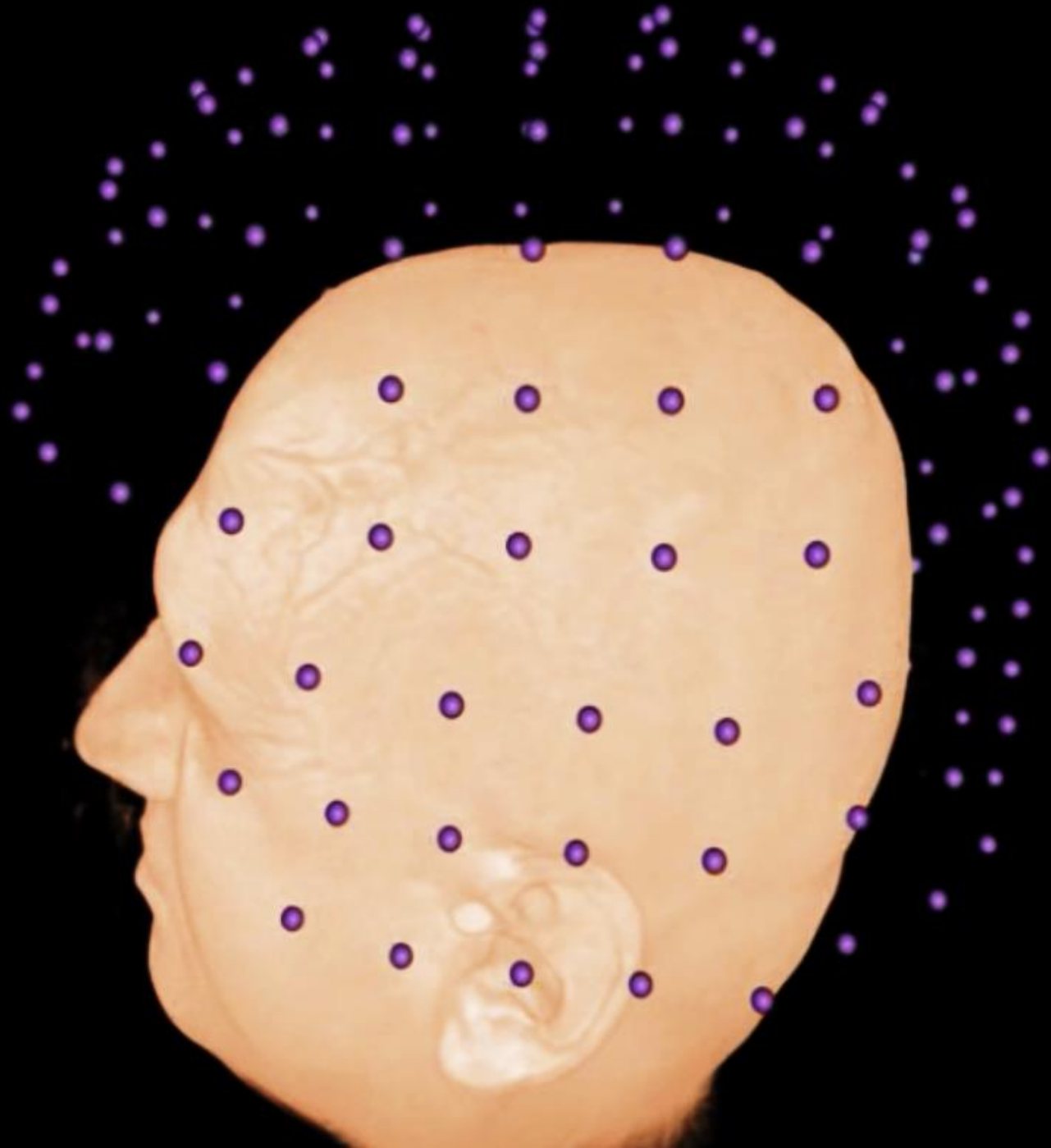
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ТОМОГРАФИЯ

МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЭНЦЕФАЛОГРАММ

В ПРОСТРАНСТВЕ ЧАСТОТА-ПАТТЕРН

Устинин М.Н.

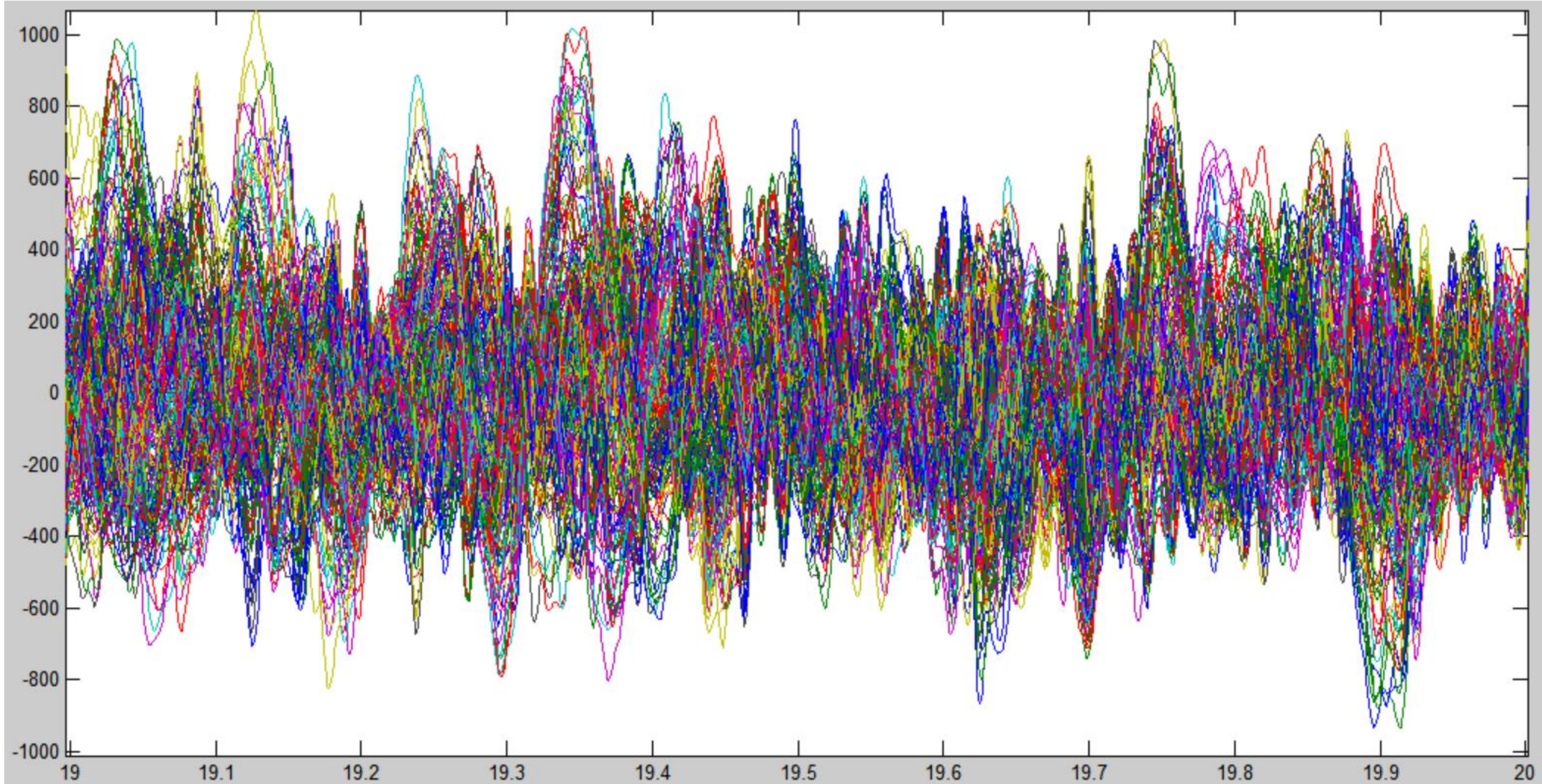


Магнитная энцефалография

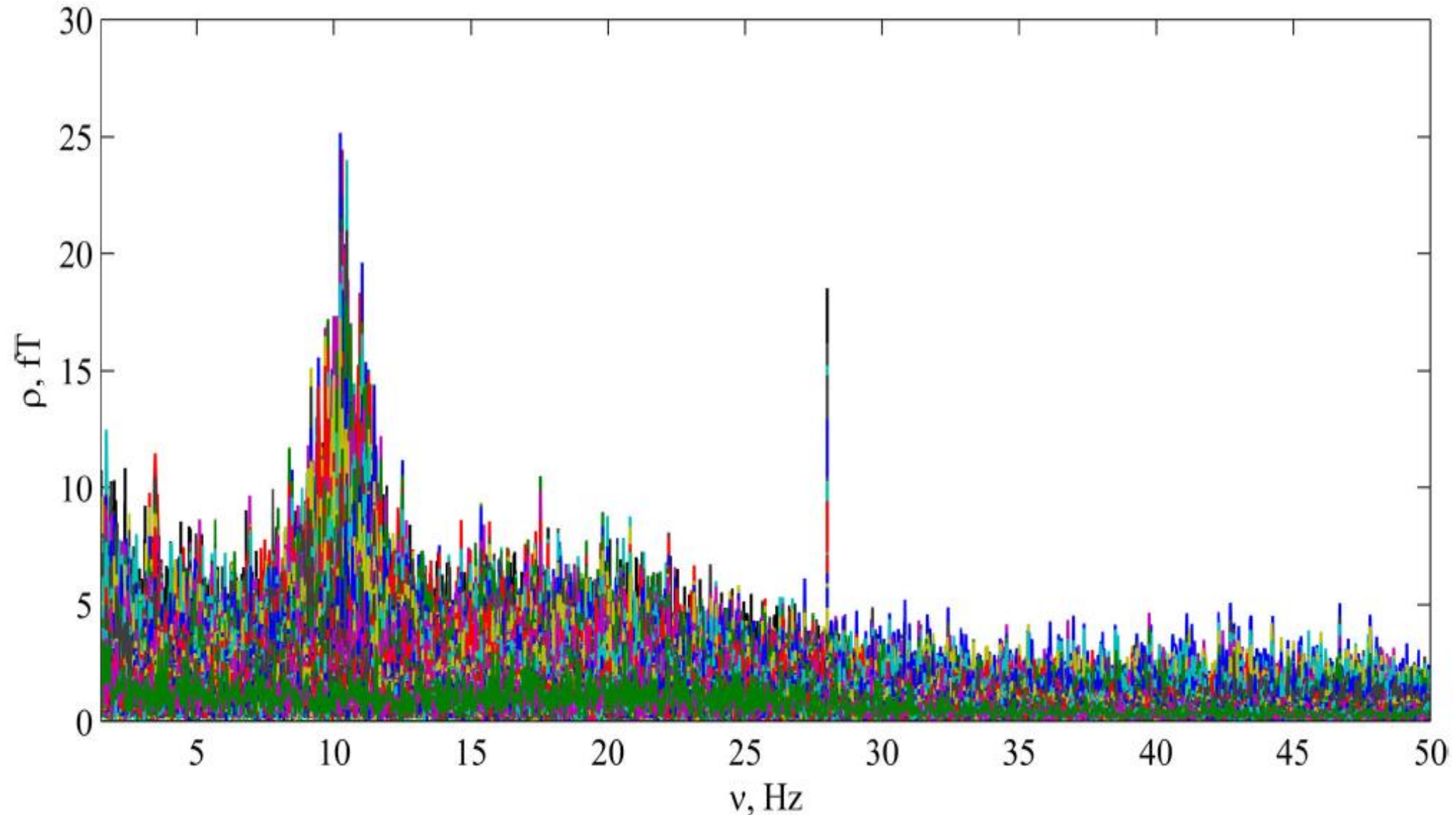
эксперимент

Показано взаимное
расположение
головы
испытуемого
и сенсоров
магнитного поля

Магнитная энцефалограмма (МЭГ) за одну секунду регистрации



Многоканальный спектр Фурье, эксперимент с аудиторной стимуляцией (14 Гц, щелчки). Видны множественные пики около 10 Гц, соответствующие альфа-ритму, и вторая гармоника стимула на частоте 28 Гц.



Особенности применяемых алгоритмов:

1. Точное вычисление интегралов Фурье
2. Многоканальный спектр вычисляется на всем интервале регистрации, разрешение по частоте равно

$$\Delta\nu = \nu_n - \nu_{n-1} = \frac{1}{T}$$

3. Настройка сетки частот для оптимальной аппроксимации выбранной частоты, осуществляется небольшими изменениями времени интегрирования T

Когерентность МЭГ, восстановленной на частоте ν_n

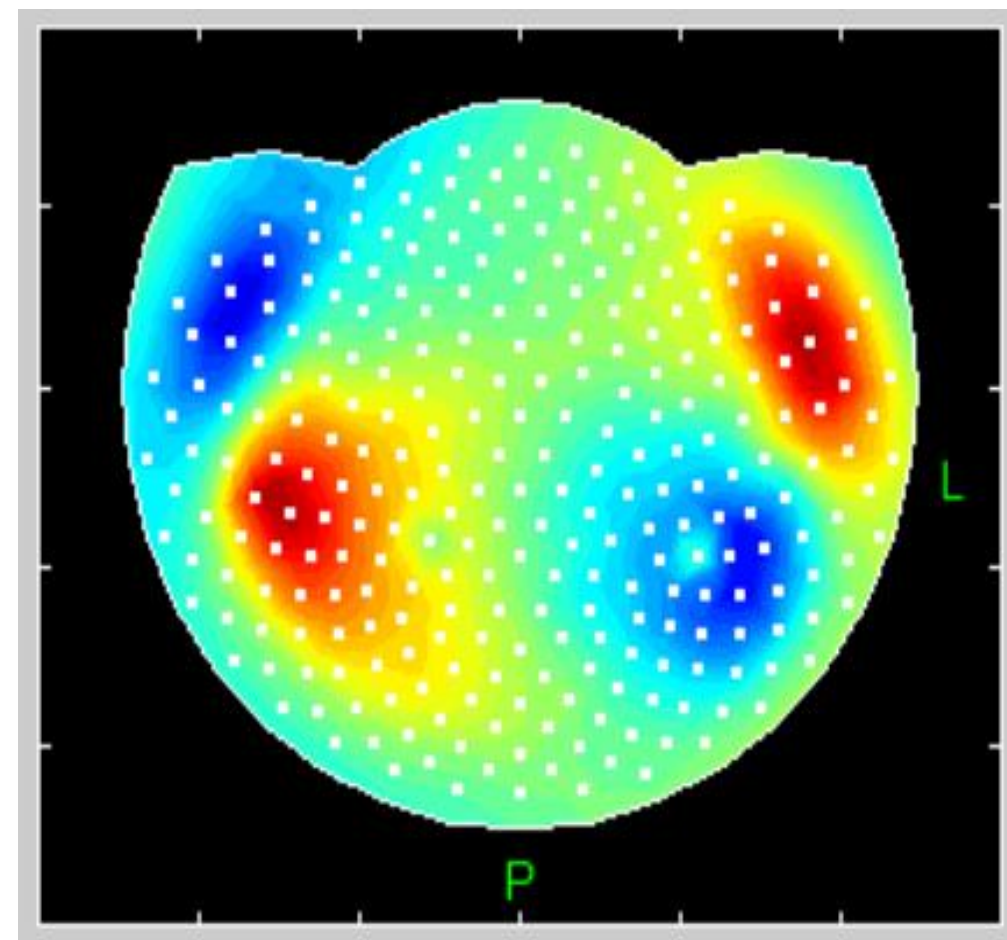
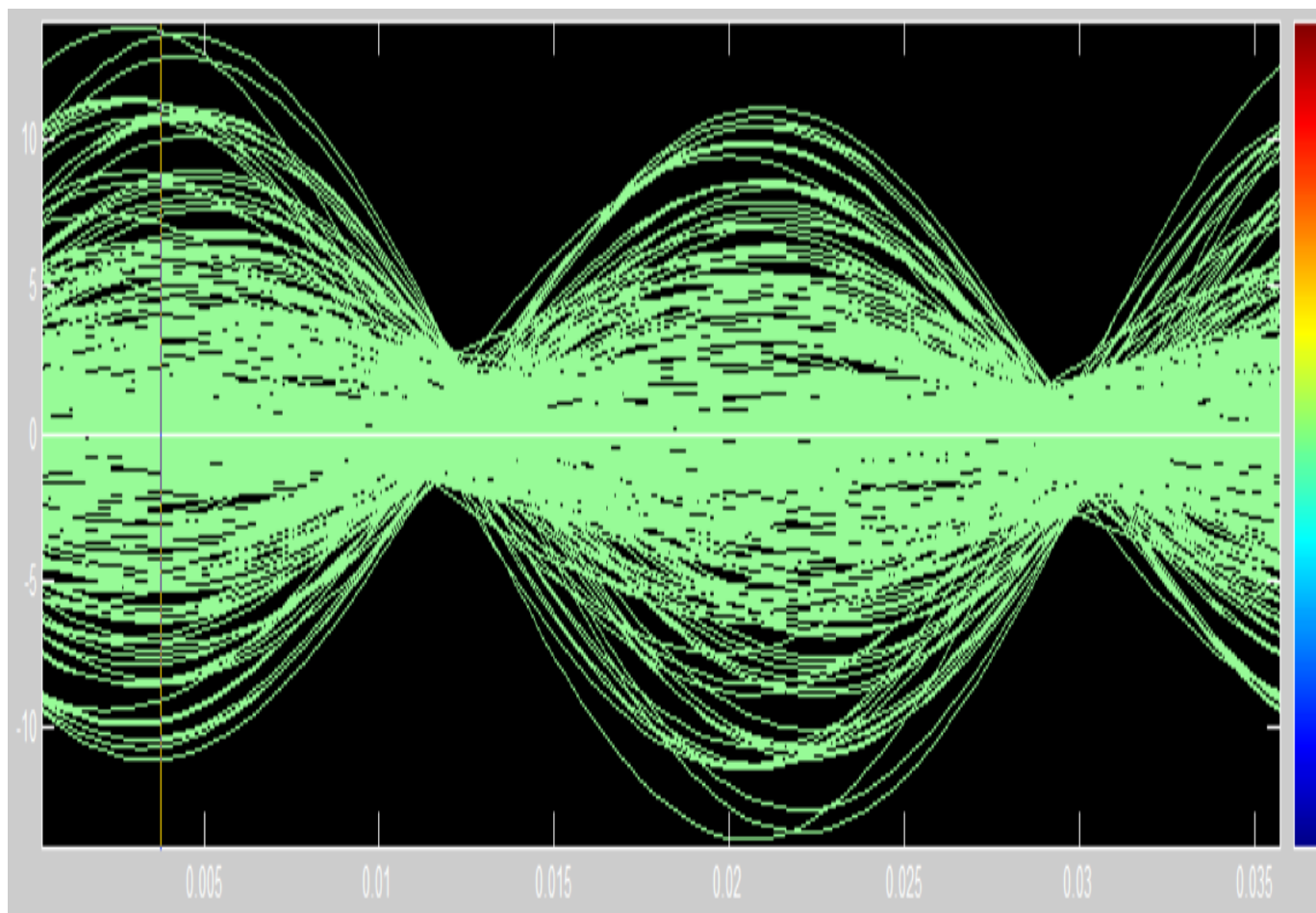
Мгновенная суммарная мощность $p_n(t) = \sum_{k=1}^K B_{nk}^2(t)$

Когерентность $C_{1f} = 1 - \frac{\min_{t \in [0, T_{\nu_n}]} (p_n(t))}{\max_{t \in [0, T_{\nu_n}]} (p_n(t))}$

$$C_{1f} \in (0, 1]$$

Вызванная активность.

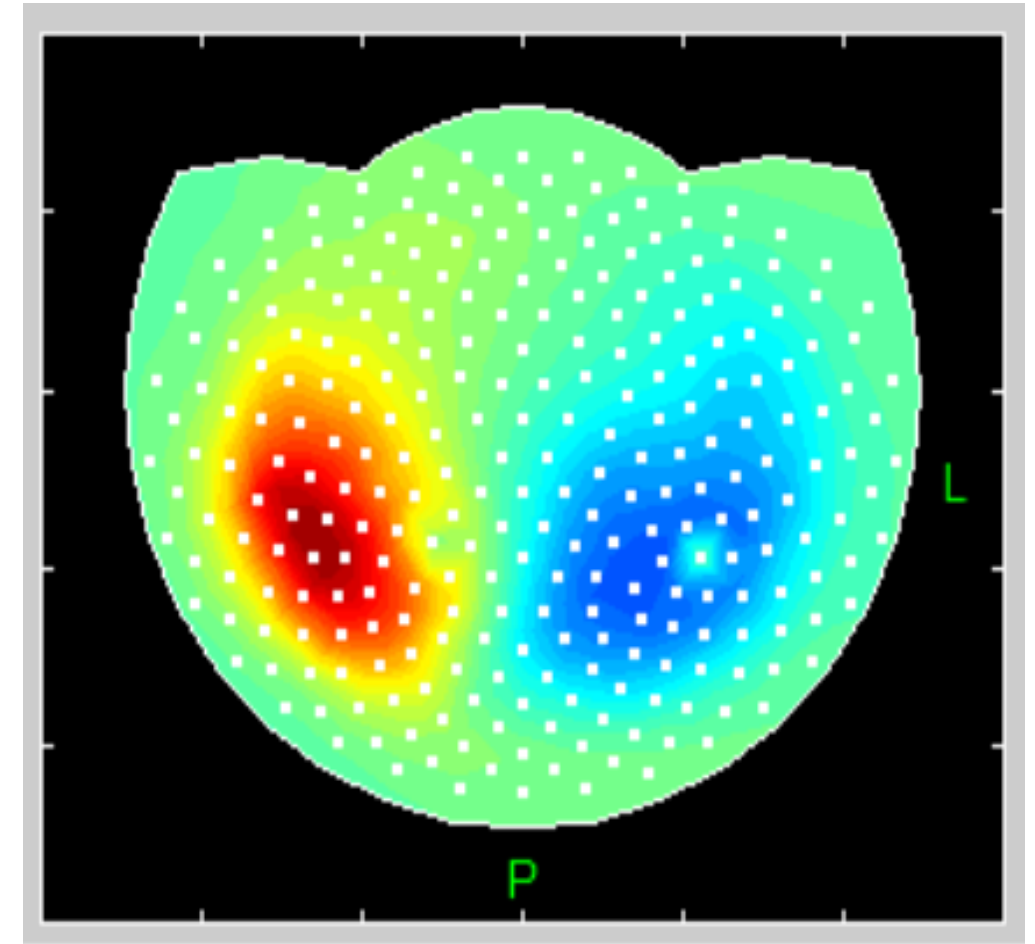
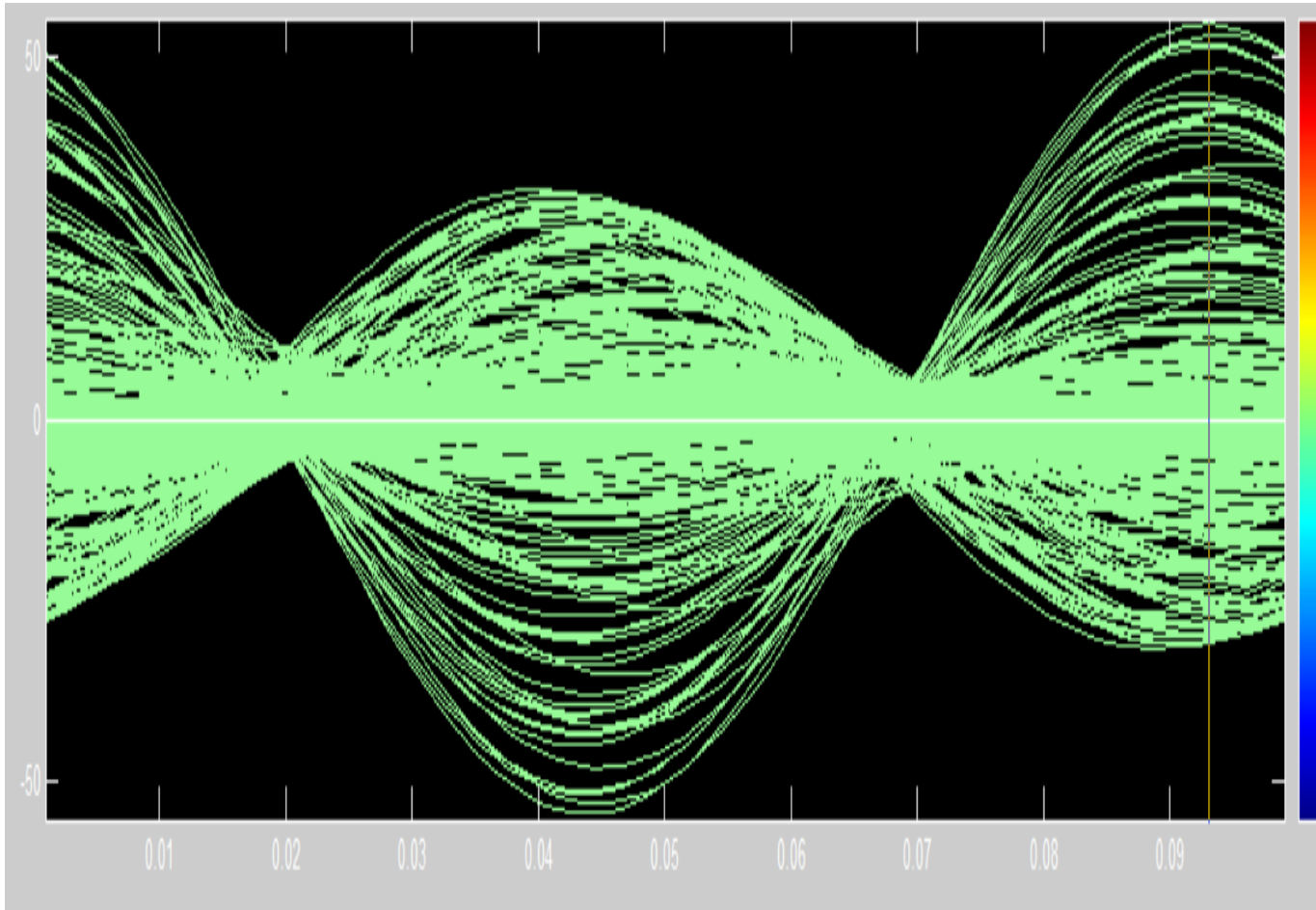
МЭГ, восстановленная на частоте 28.0001 Гц.
Показан паттерн поля в максимуме.



Когерентность 0.94, решение обратной задачи – два диполя
амплитудой 3 нАм, точность решения – 97%

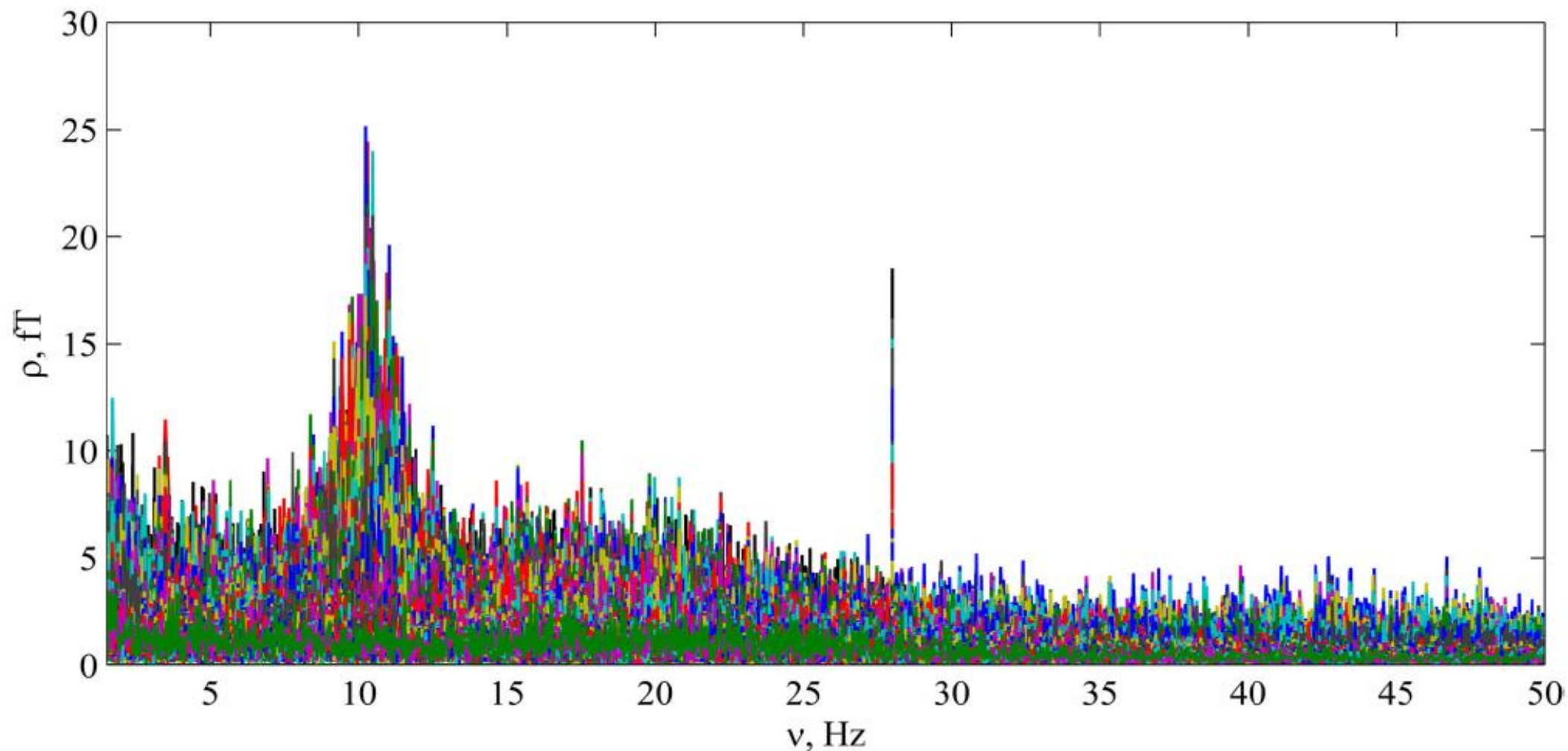
Спонтанная активность.

МЭГ, восстановленная на частоте 10.0929 Гц.
Показан паттерн поля в максимуме.



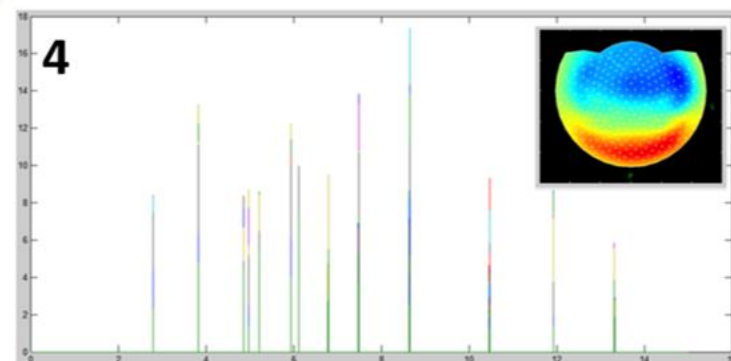
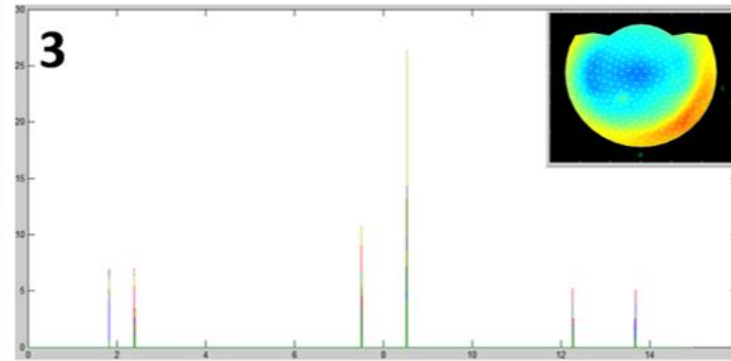
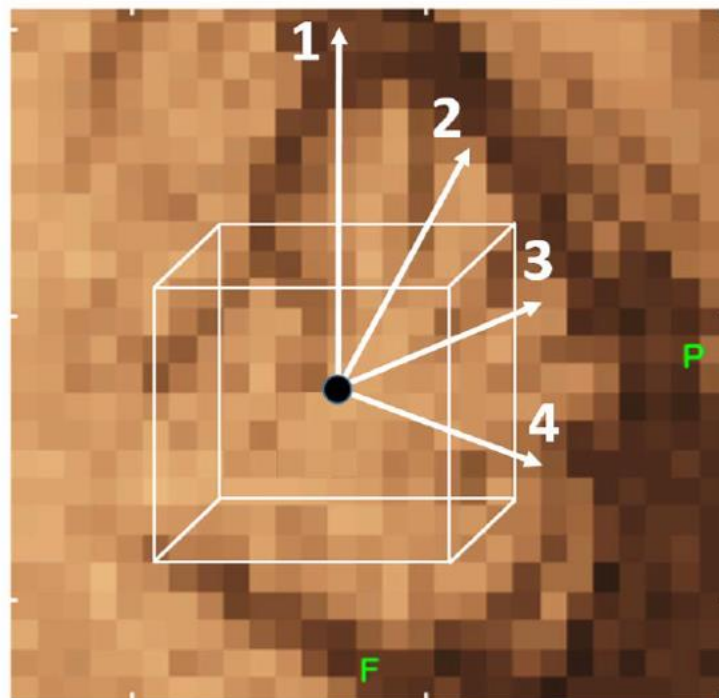
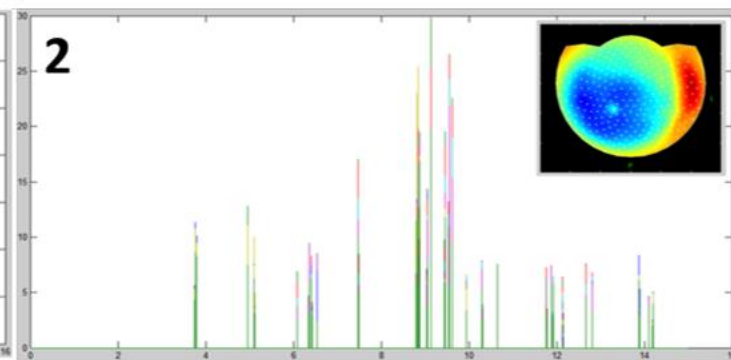
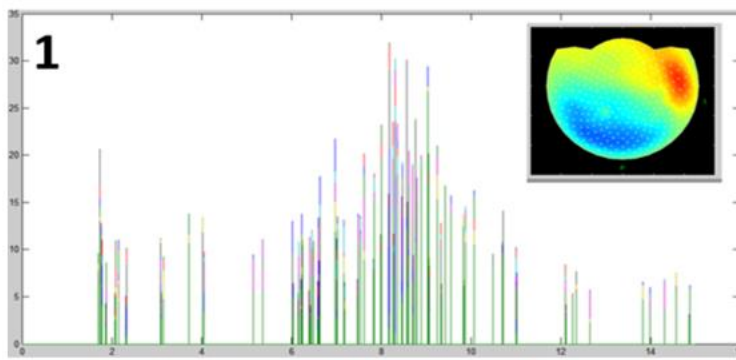
Когерентность 0.95, решение обратной задачи – один диполь
амплитуды 8 нАм, точность решения – 95%

Для каждой частоты выполняется обратное преобразование Фурье, методом независимых компонент выделяются когерентные составляющие, для них вычисляются нормированные паттерны. **Без потерь информации исходная МЭГ преобразуется в десятки тысяч когерентных осцилляций.**

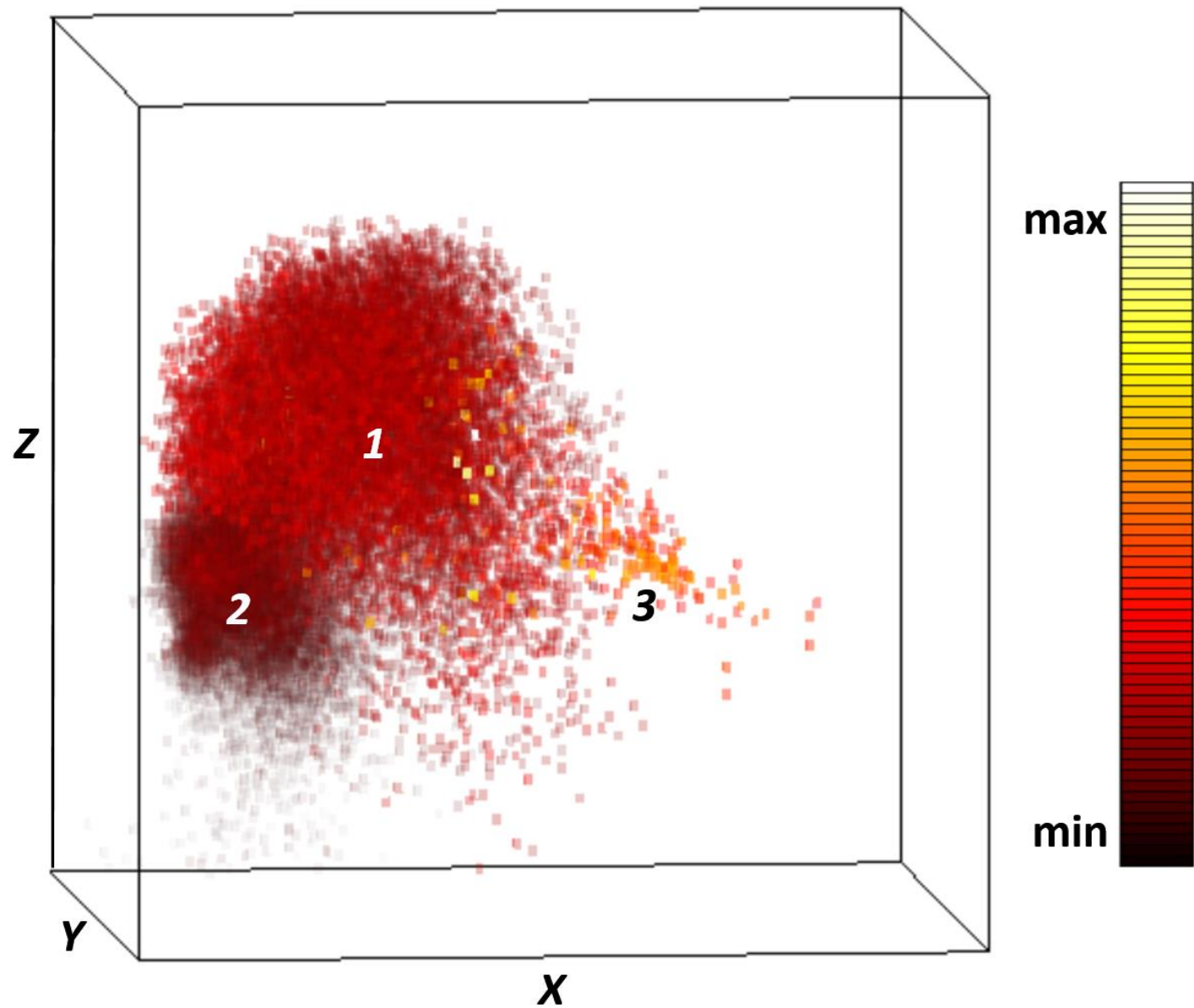


Построение набора пробных паттернов

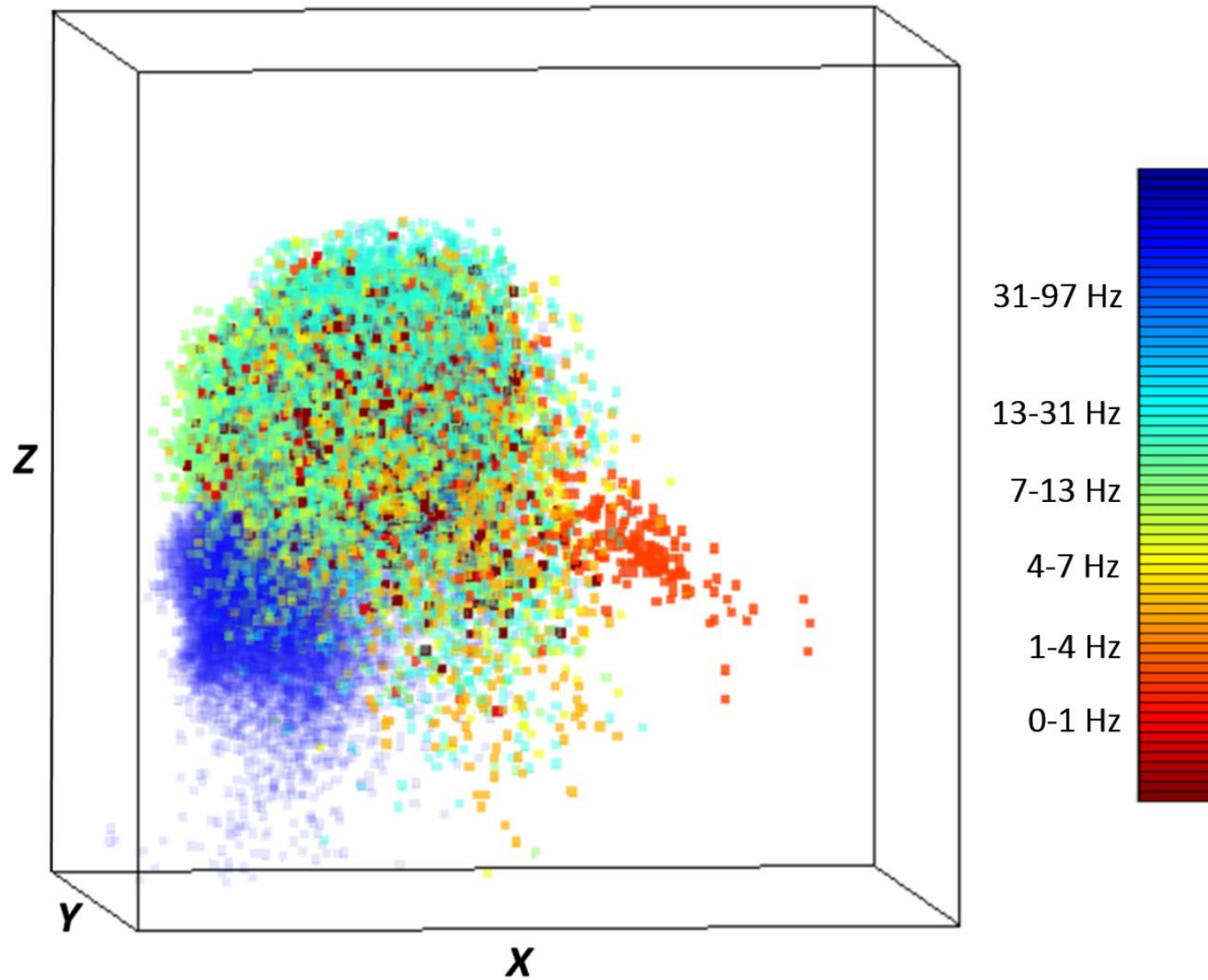
В объеме 25x25x25 куб.см. с шагом 3 мм генерируется свыше 2 млн. пробных паттернов



Пробные диполи в одной ячейке, паттерны поля и парциальные спектры

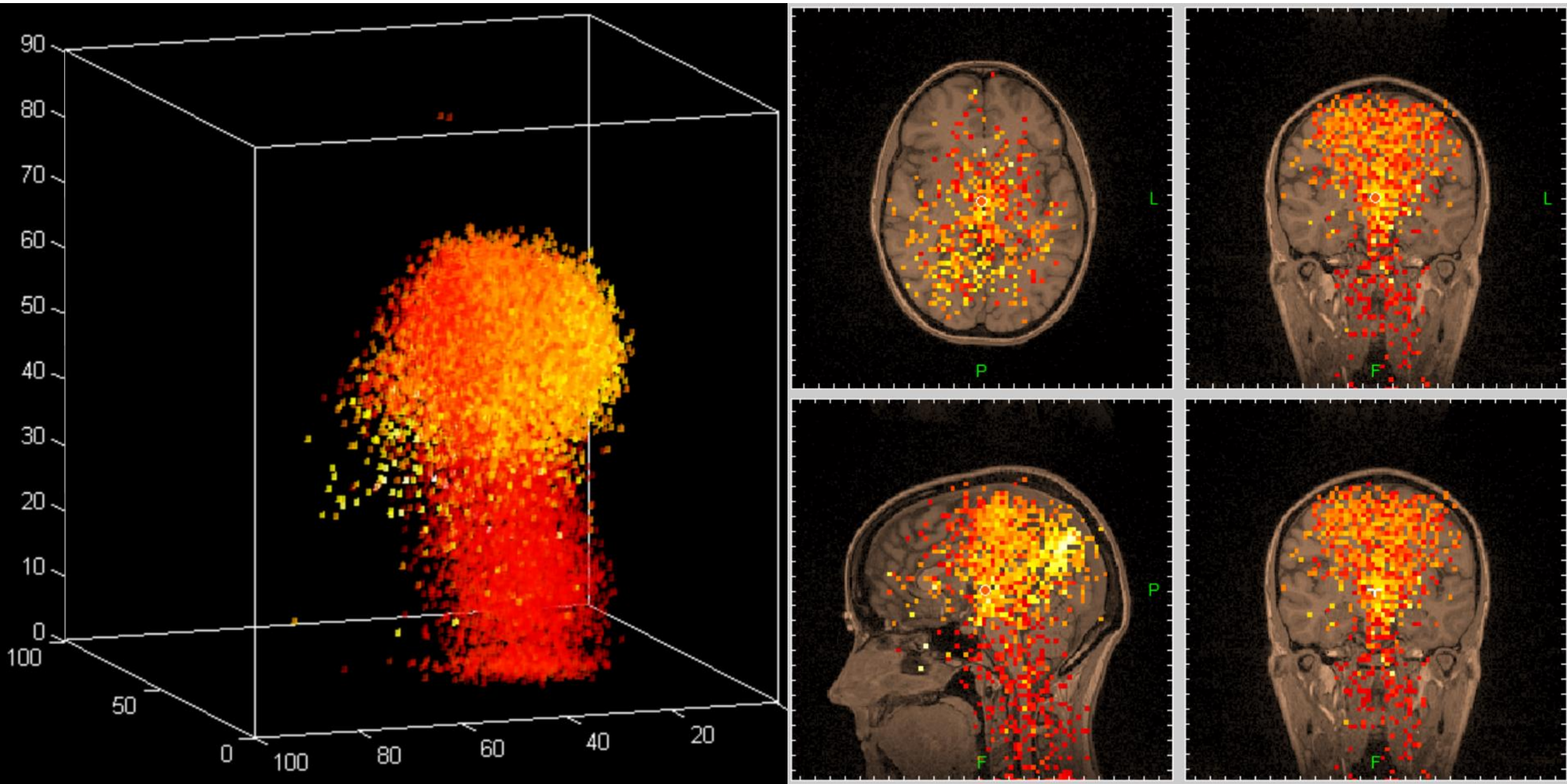


Функциональная томограмма – пространственное распределение энергии МЭГ в диапазоне частот 0.003-100 Гц. (1) – мозг, (2) – шейные мускулы, (3) – дыхательная система.

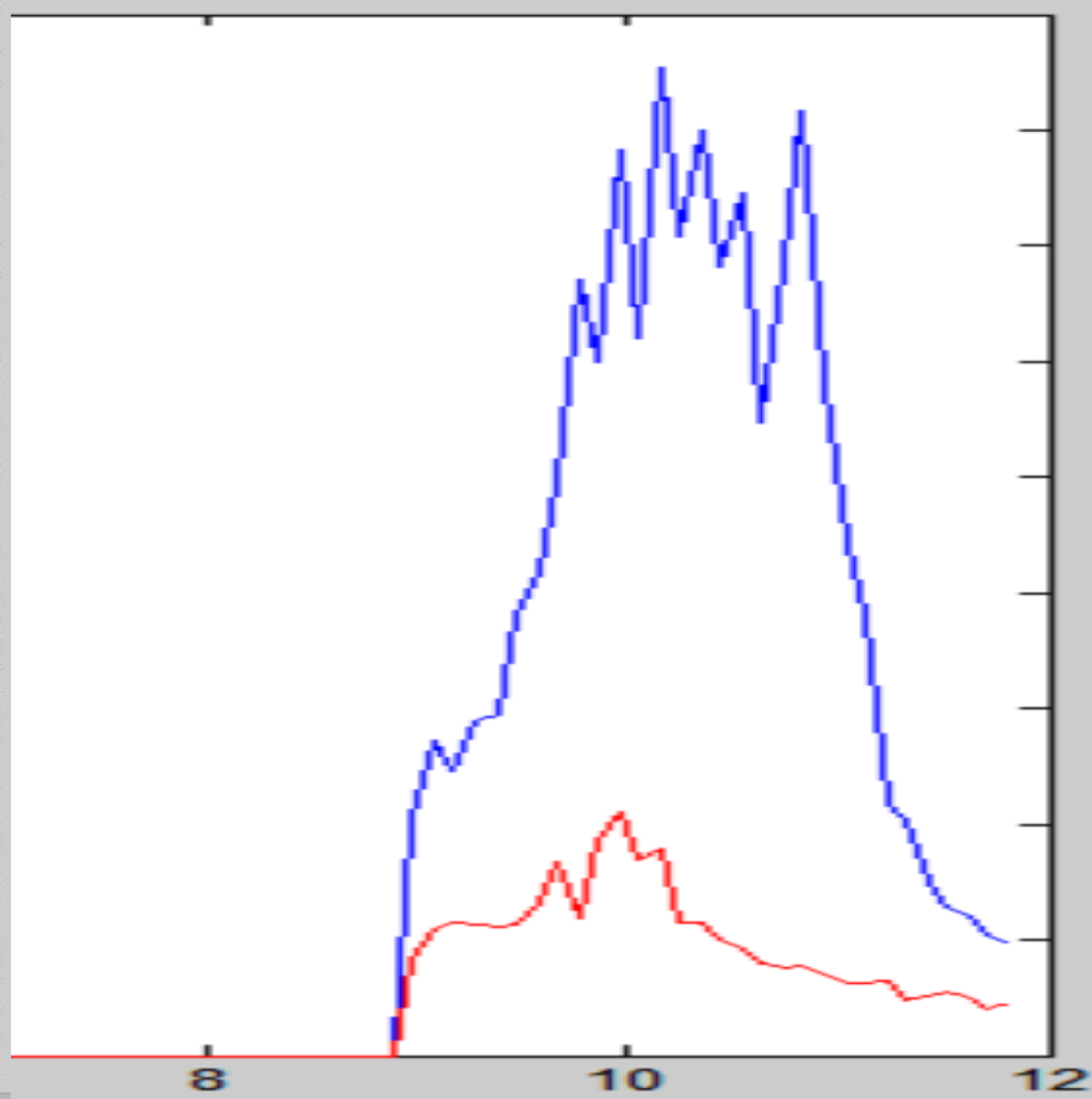
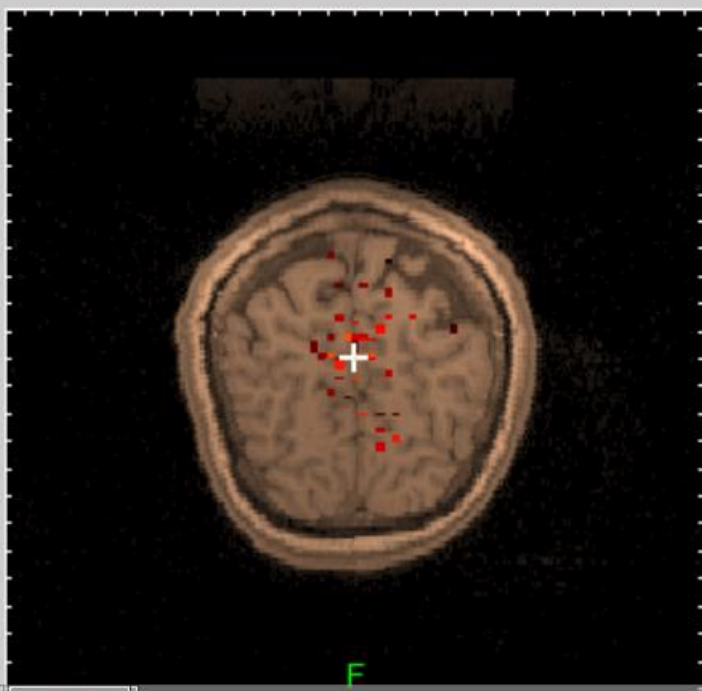
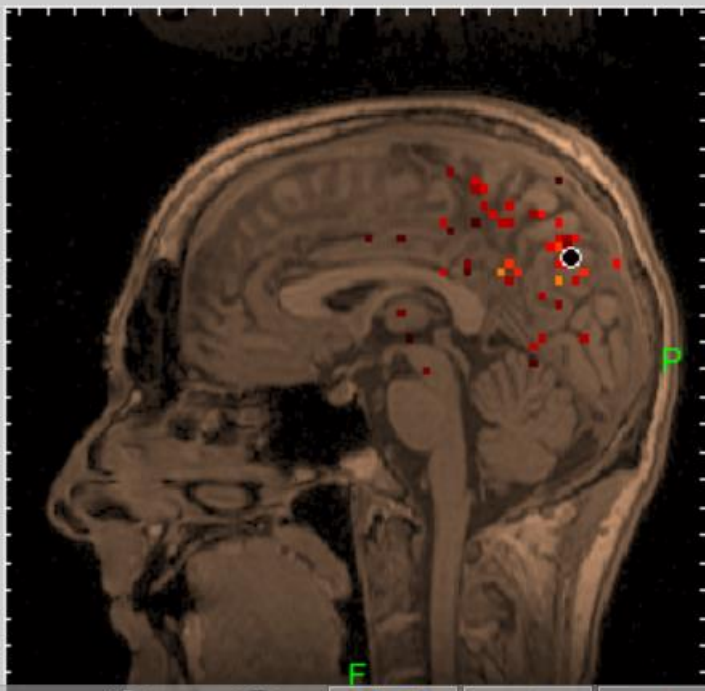
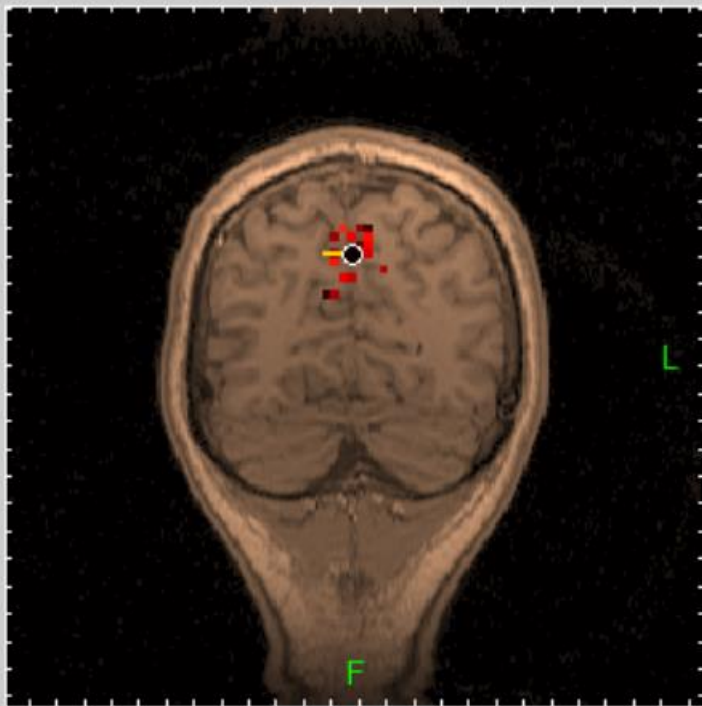
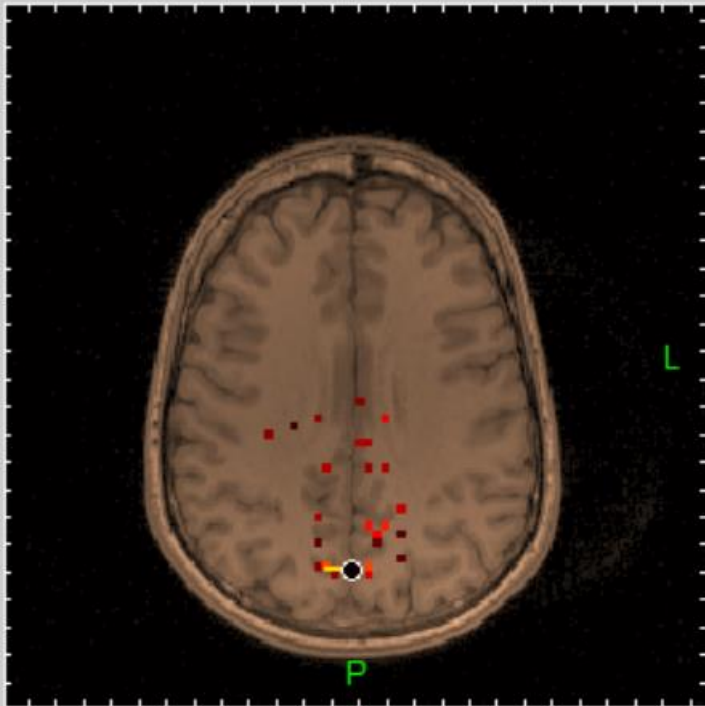


Функциональная томограмма – пространственное распределение различных диапазонов частот.

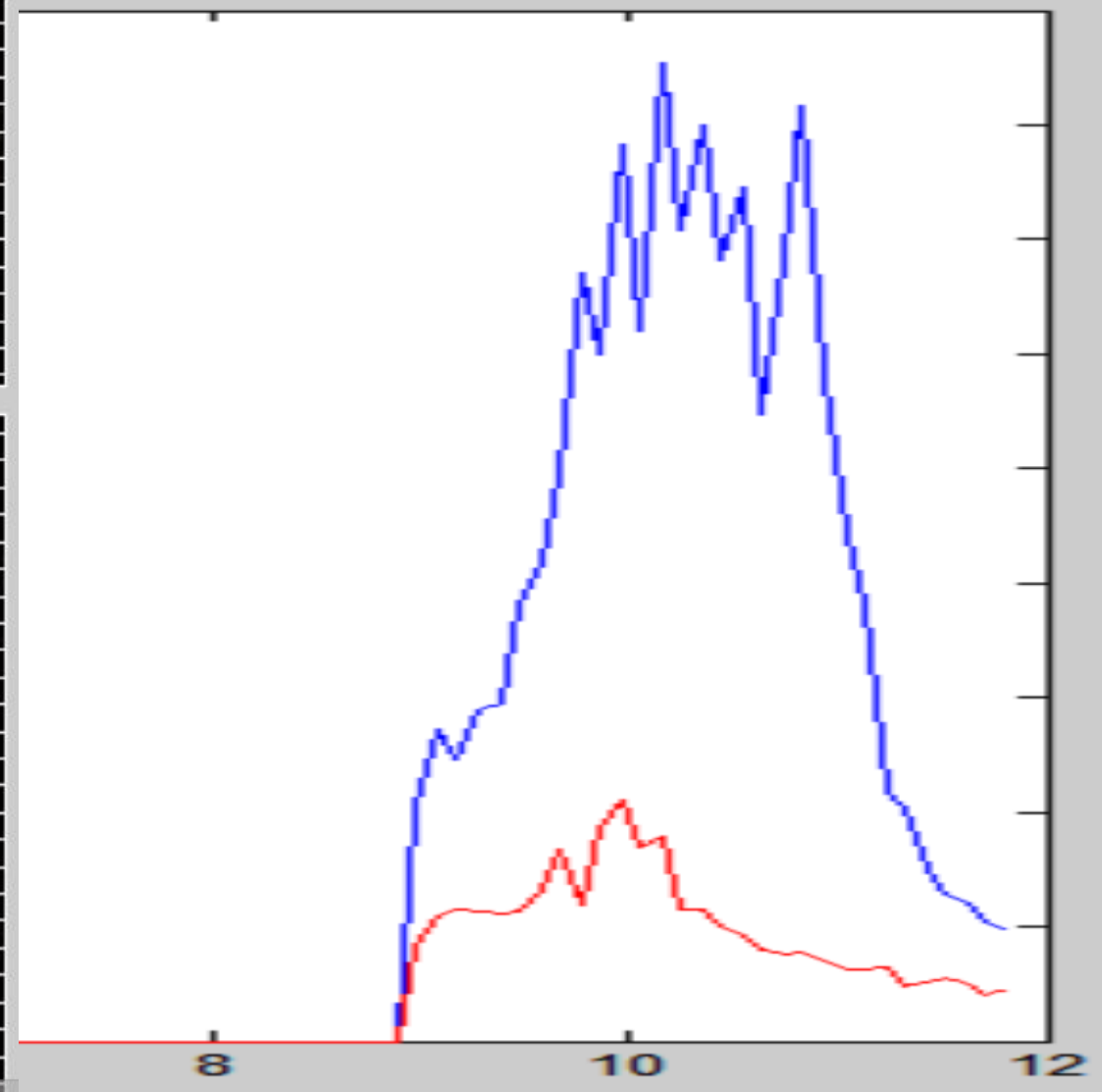
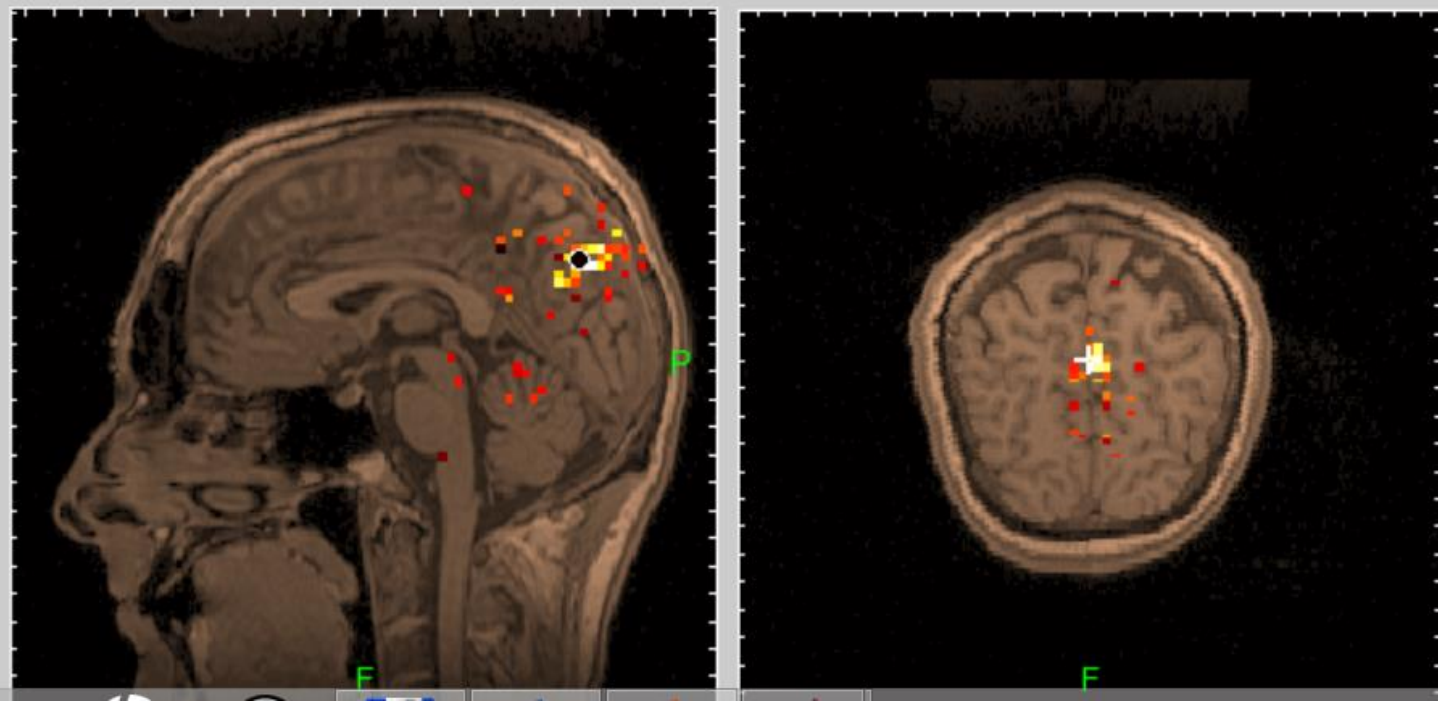
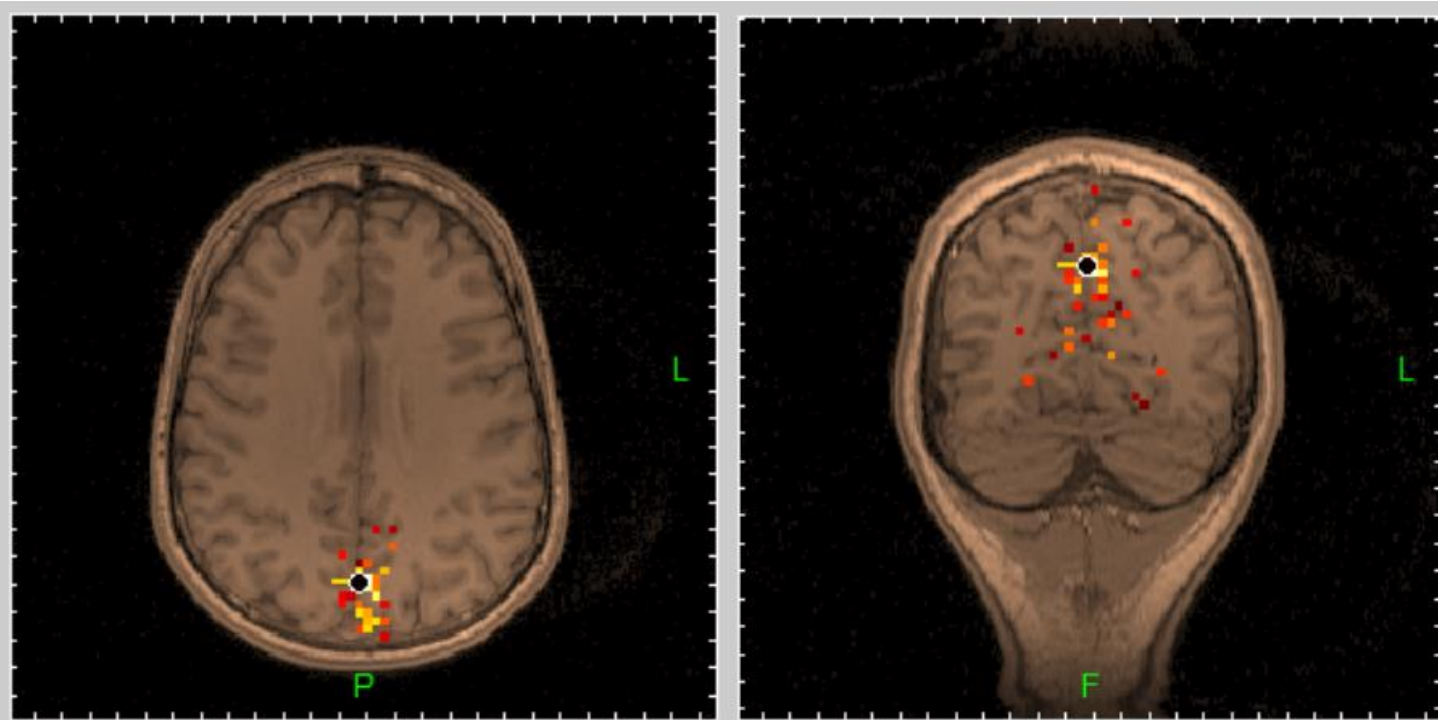
Функциональная томограмма 0-100 Гц, показана совместно с МРТ

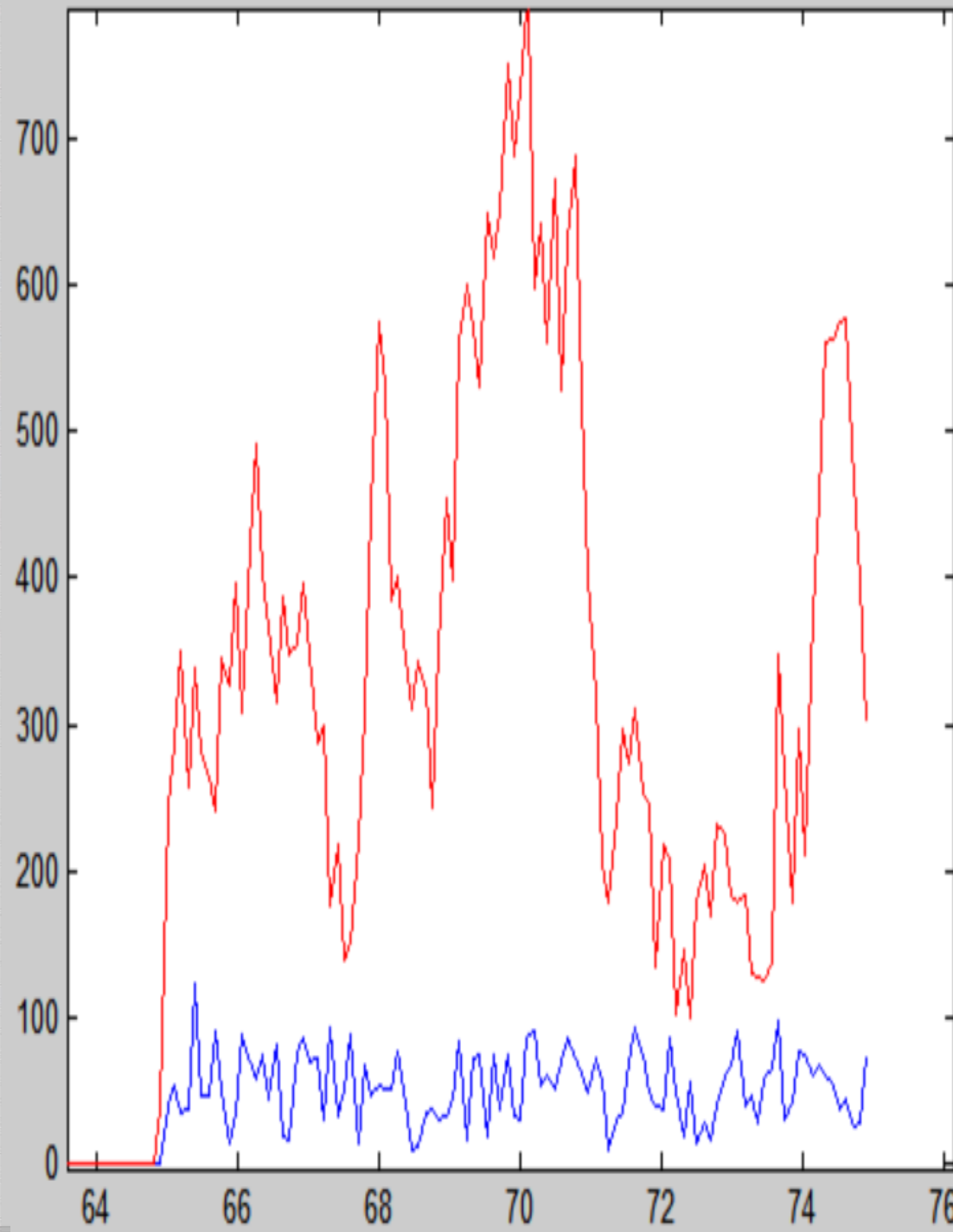
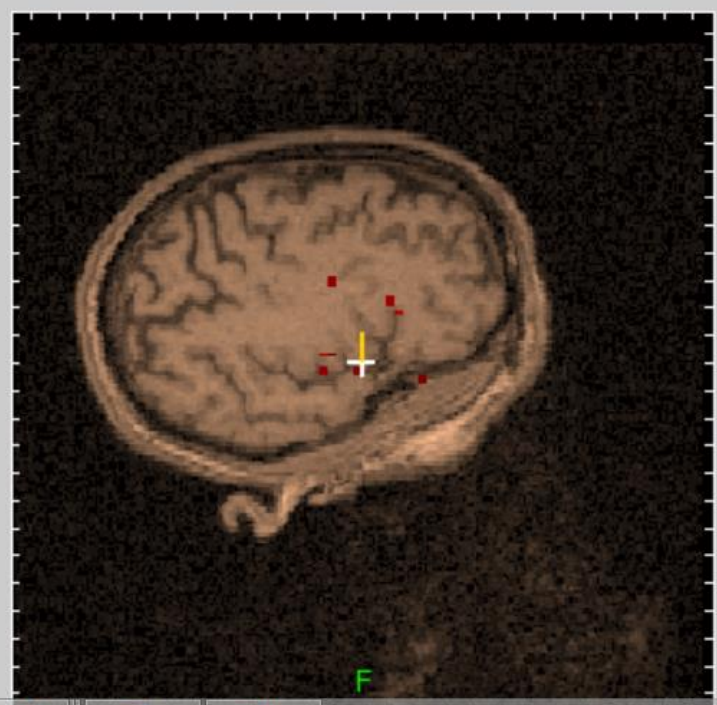
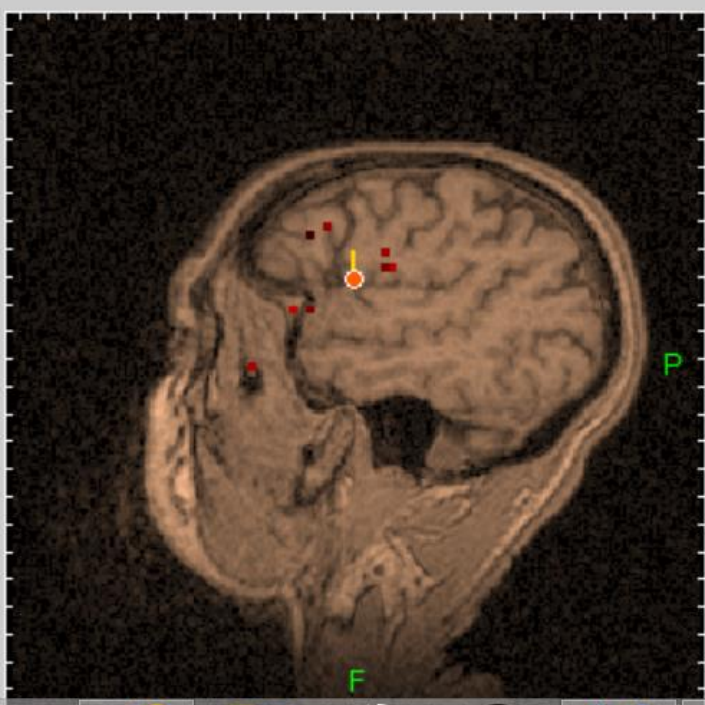
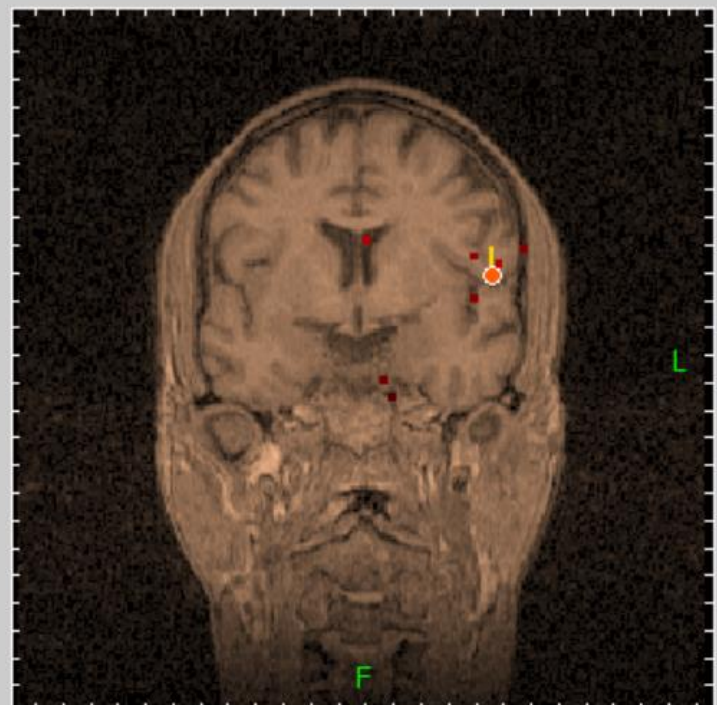
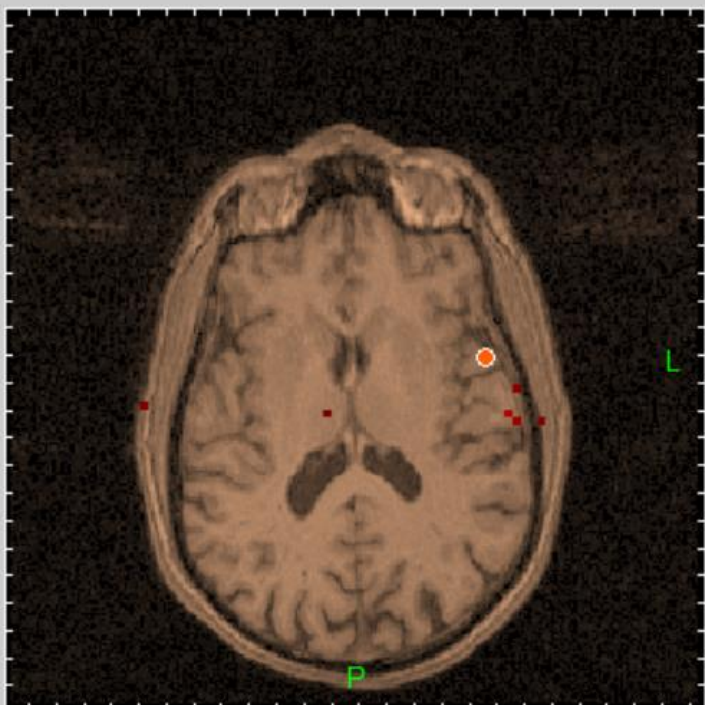


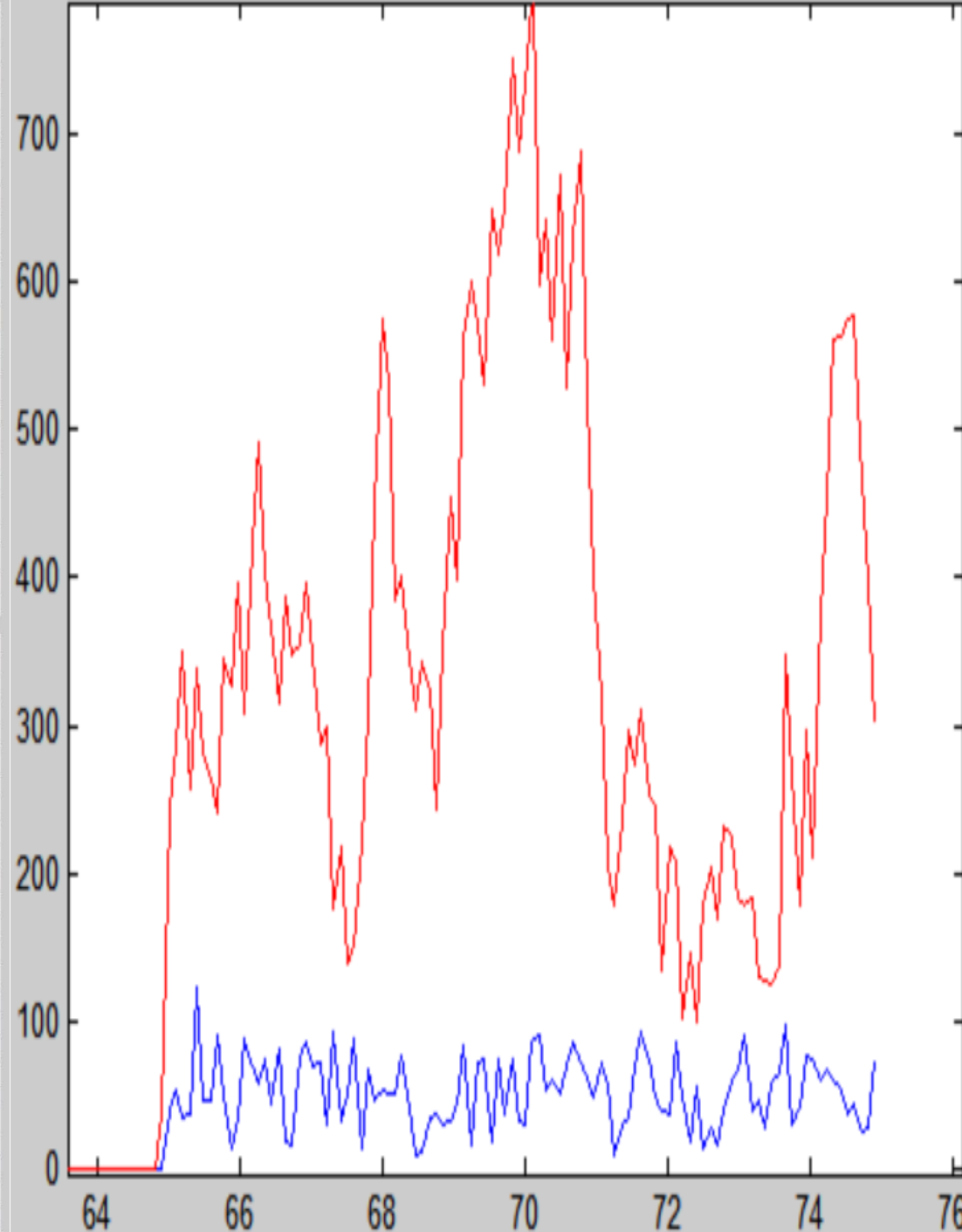
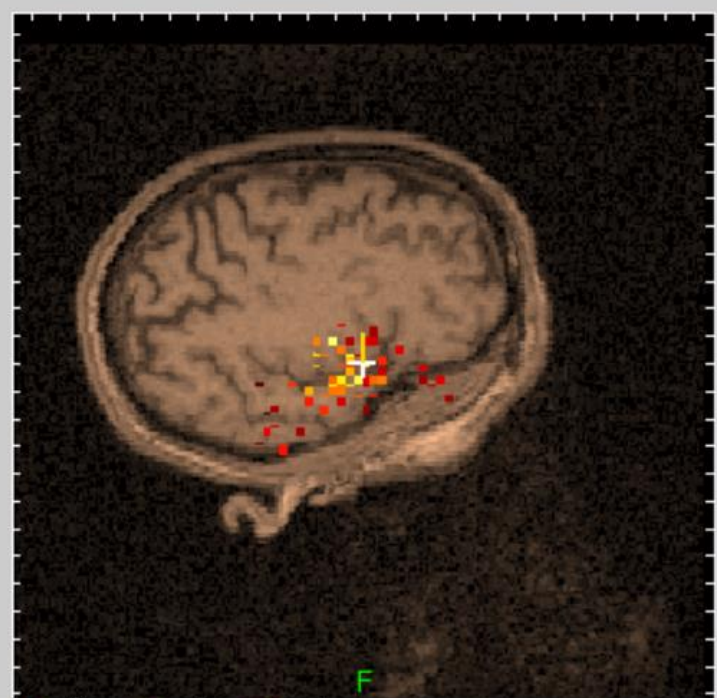
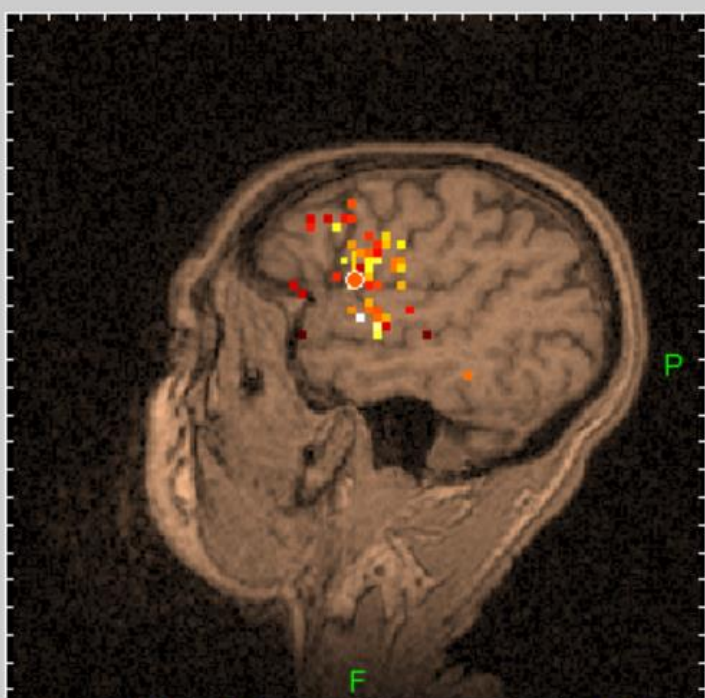
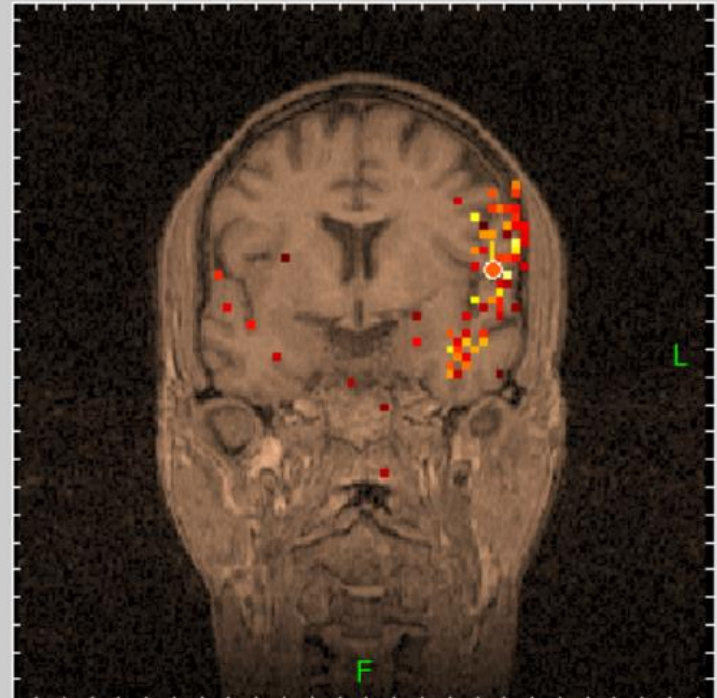
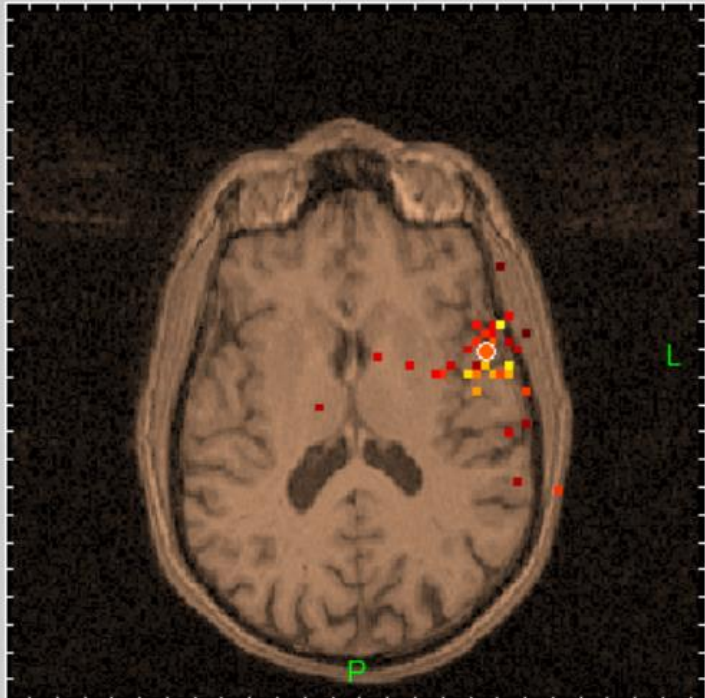
Альфа-ритм, ГО



Альфа-ритм, ГЗ







Llinás RR and Ustinin MN (2014)

Frequency-pattern functional tomography
of magnetoencephalography data allows new approach
to the study of human brain organization.

Front. Neural Circuits 8:43. doi:10.3389/fncir.2014.00043.