

**АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ МОЗГА В  
СОСТОЯНИИ ПОКОЯ ПРИ ПОРАЖЕНИИ  
МЕДИОБАЗАЛЬНЫХ ОТДЕЛОВ ПРАВОГО И  
ЛЕВОГО ПОЛУШАРИЙ МОЗГА  
(ДАННЫЕ ЭЭГ И фМРТ)**

**Кулева А.Ю.<sup>1</sup>, Струнина Ю. В.<sup>2</sup>, Ярец М.Ю.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; Лаборатория общей и клинической нейрофизиологии.

<sup>2</sup> ФГАУ “Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко” Минздрава России, Москва, Россия.

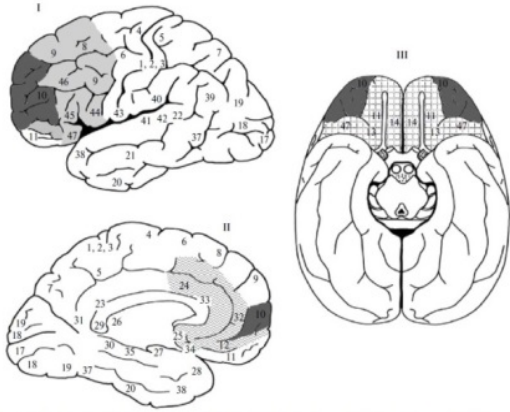
# Обоснование

К числу актуальных направлений нейрофизиологии относится изучение церебральной структурно-функциональной организации управляющих функций (*executive functions*), под которыми понимают комплекс процессов, осуществляющих инициацию, планирование, регуляцию и контроль любой целенаправленной деятельности [Miyake et al., 2000; Diamond, 2013; Купцова с соавт., 2016].

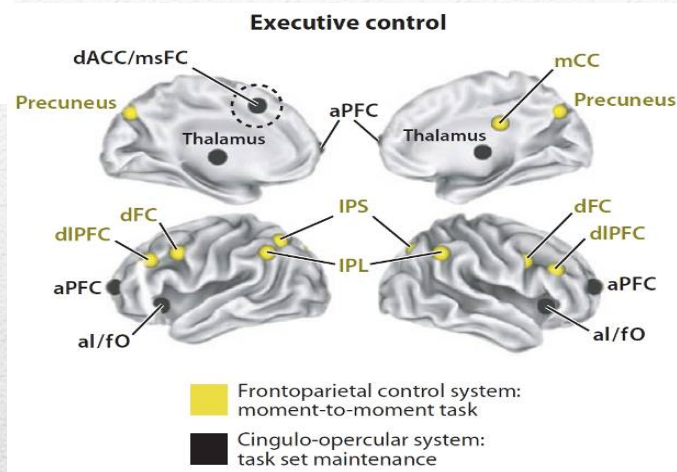
Традиционно реализацию УФ связывали с активностью префронтальных отделов мозга [Лурия А.Р., 1962]. В работах [Мишкин М., 1983; Иваницкий М.Ф., 1996; Posner, Petersen, 1990] была выявлена также причастность нижней височной коры и гиппокампа в контексте функции памяти. Эти данные в целом согласуются с теорией информационного синтеза Симонова [Симонов П.В., 1987].

---





[Лурия А.Р., 1969; 1970;  
Pribram, 1973]



[Posner, Petersen, 1990; Posner, Fan,  
2008; Petersen, Posner, 2012]

[R.Kovner et al., 2019]

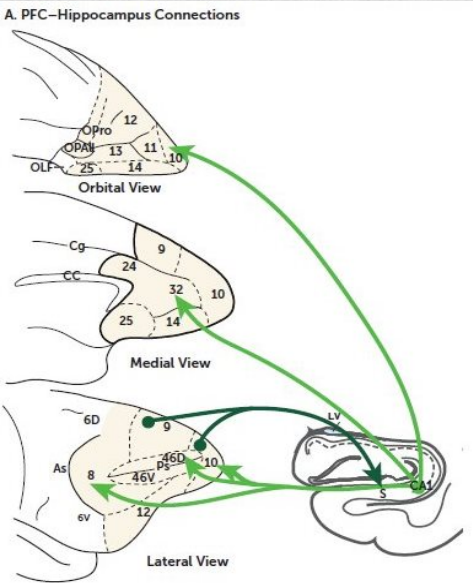
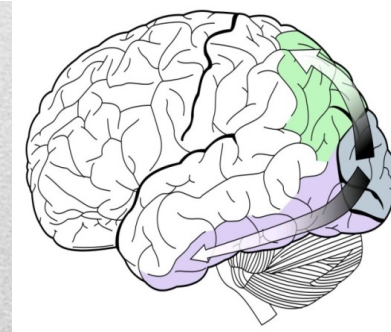
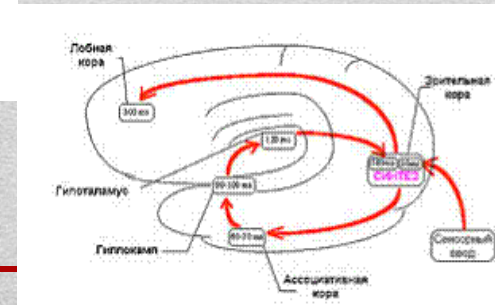


Схема прямых связей  
префронтальной коры  
и гиппокампа,  
значимых в регуляции  
целенаправленного  
поведения и рабочей  
памяти



[Мишкин М., 1983]



[Иваницкий М.Ф., 1996]



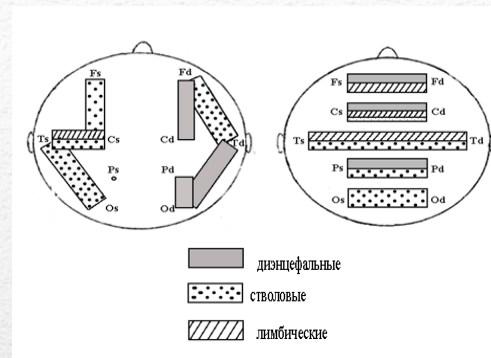
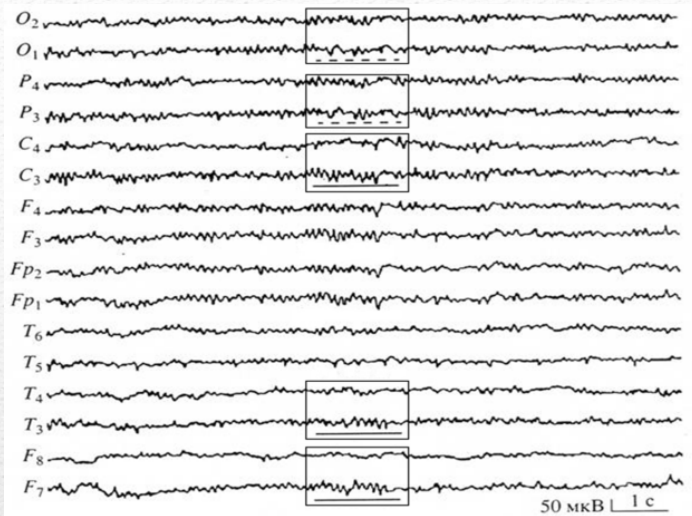
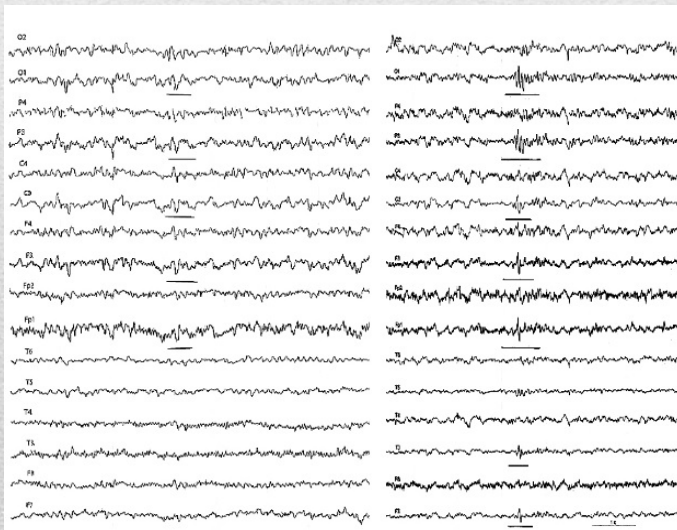
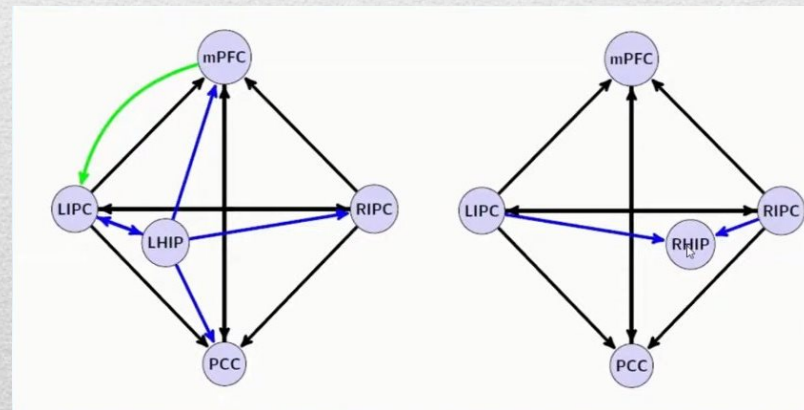


Схема относительного преобладания влияния регуляторных структур мозга на региональные Ког ЭЭГ [Болдырева с соавт., 2000]



[Болдырева Г.Н., 2009]



[Ushakov V.L., Sharaev M.G., Kartashov S.I., Zavyalova V.V., Verkhlyutov V.M., & Velichkovsky V.M., 2016]

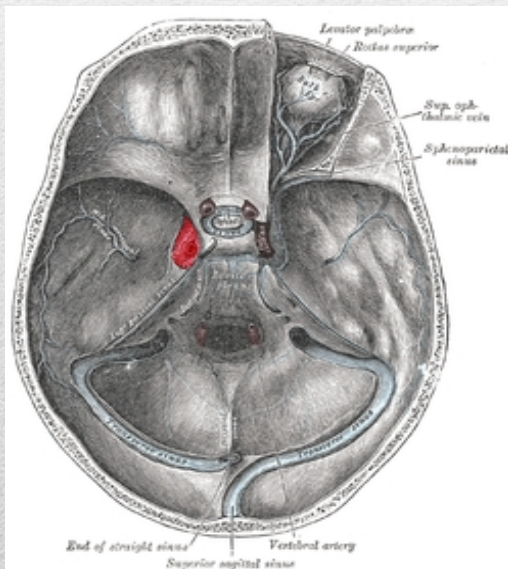
## **Цель исследования:**

уточнение вклада правой и левой височных долей в формирование зрительной рабочей памяти на основе анализа коннективности фМРТ и ЭЭГ покоя.

---



- Основная группа наблюдений: пациенты с внечерепной опухолью медиобазальных отделов правого (n=7) и левого (n=7) полушарий мозга с наличием МРТ-признаков воздействия на гиппокамп.
- Группа контроля – 9 здоровых испытуемых



*Локализация опухоли в медиобазальных отделах левой височной доли*

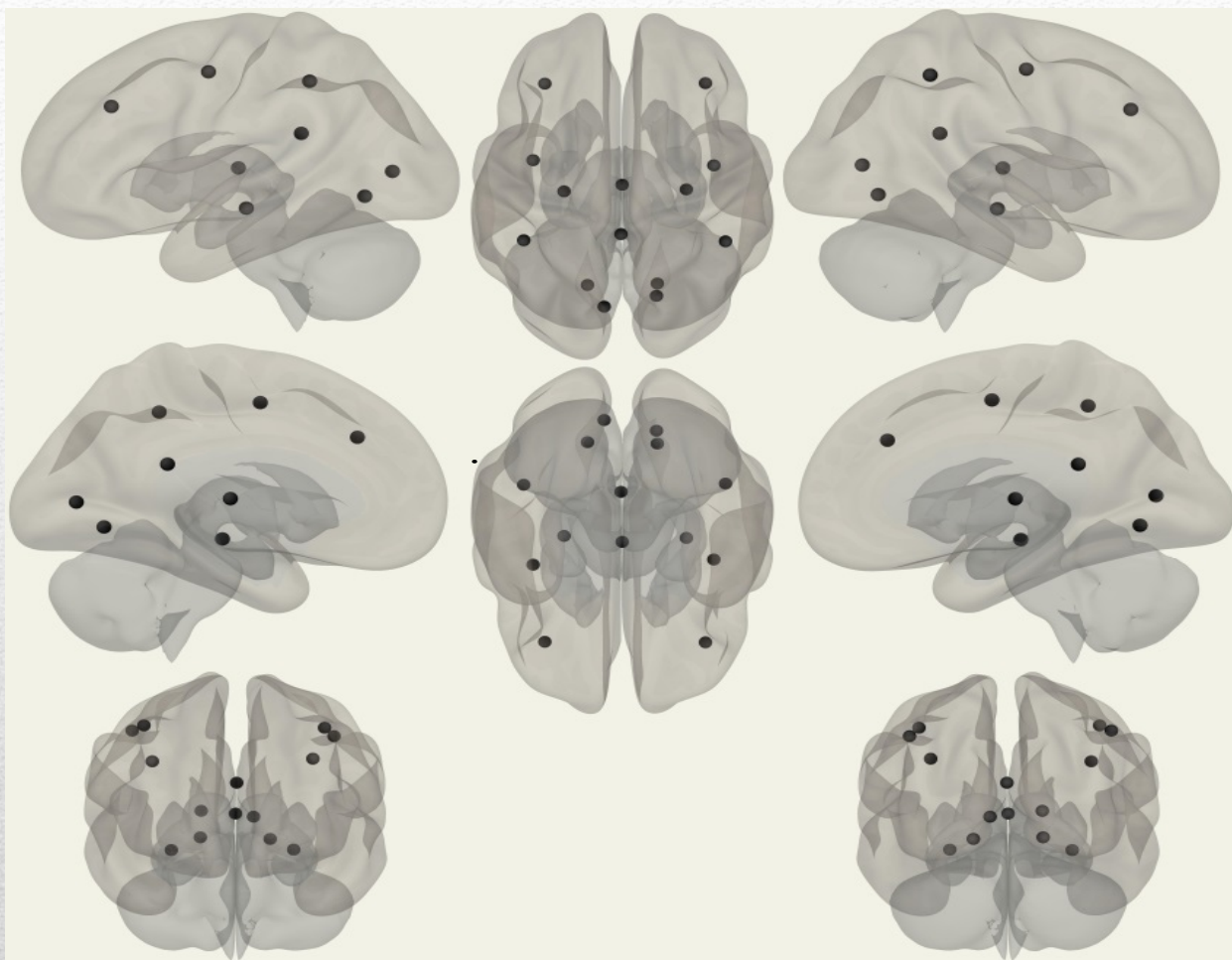


*Расположение опухоли относительно гиппокампа (сиреневый контур) и миндалины (зеленый контур) на большом увеличении*

- Томограф *Signa HDxt 3.0T* (General Electric, США).
- Напряжение поля – 3Т.
- ФМРТ записывали в состоянии покоя с закрытыми глазами.
- Эпоха анализа – 10-12 мин.





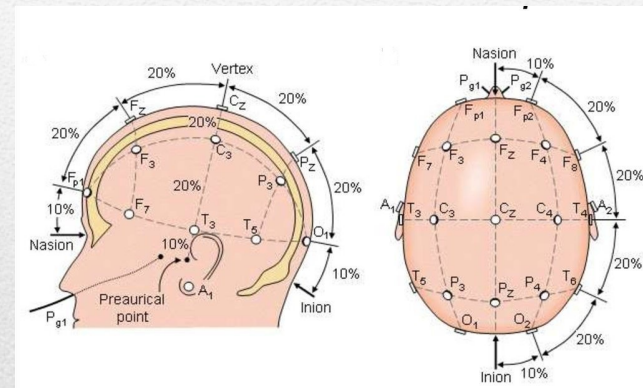


Коннективность сети УФ между заданными «областями интереса» (ROI) анализировалась при помощи инструмента *CONN* (на базе программы *Matlab*).

“Маска” для оценки коннективности фМРТ состояния покоя, включает следующие «области интереса»: Frontal Mid, Parietal Inf, Hippocampus, Lingual, Calcarine, Thalamus, Cingulum, Precentral правого и левого полушарий, согласно координатам атласа AAL.



- ЭЭГ регистрировали по схеме 10-20%, монополярно, от 18 каналов с полосой пропускания 0.3–35 Гц на базе Нейрокартографа МБН (Россия). Запись проводили в состоянии покоя с закрытыми глазами, с последующим спектрально-когерентным анализом безартефактных реализаций длительностью не менее 1 минуты.
- Когерентность ЭЭГ рассчитывались для всех возможных сочетаний пар отведений по диапазонам физиологических ритмов: дельта (0.4–3.9 Гц), тета1 (4.3–5.5 Гц), тета2 (5.6–7.4 Гц.), альфа1 (7.8–8.6 Гц), альфа2 (9–10.2), альфа3 (10.5–12.5), бета1 (12.9–20.7 Гц), бета2 (21.1–30.1 Гц).
- Топографию и достоверность различий КогЭЭГ покоя у пациентов по сравнению с нормой определяли на основе непараметрического критерия Манна–Уитни [Воронов с соавт., 2003].



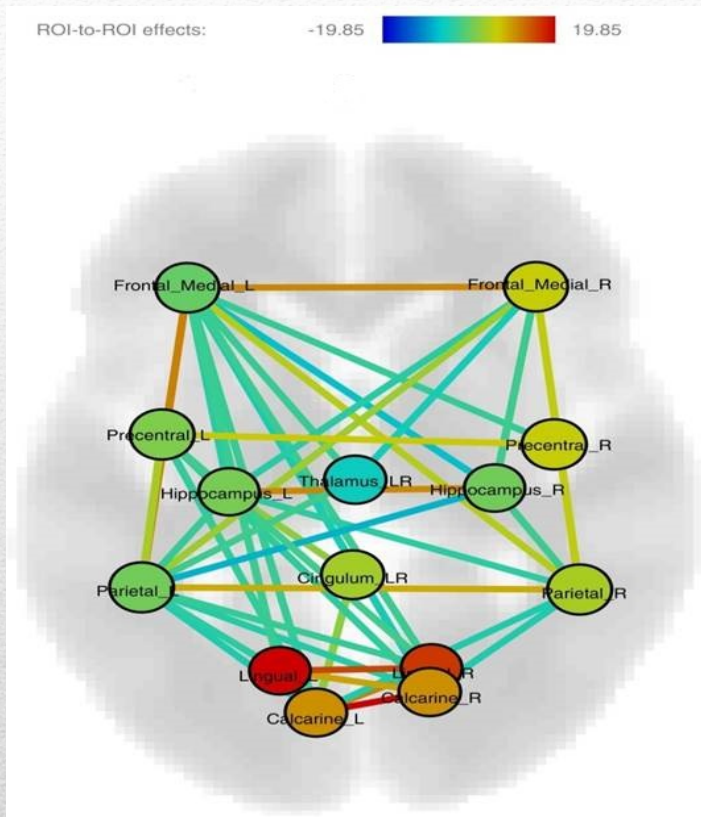
*Международная схема 10-20%*



- ❑ Нейропсихологическое обследование пациентов по методике А.Р. Лурия [Лурия, 1969].
  - ❑ Исследование зрительного запоминания у пациентов по методике Айтрекер-Внимание-Память (АВП) [Кроткова О.А. с соавт., 2016]: с 5-мин. интервалом (вербальное воспроизведение) и через 20 мин. (узнавание).
  - ❑ Анализ «потока сознания» пациентов по опроснику RestingStateQuestionary для фМРТ [Delamillieure et al. 2010; данные Бычковой А., 2020].
-



## Значимые связи фМРТ покоя для сети УФ в норме (n=9), $p < 0.05$ .

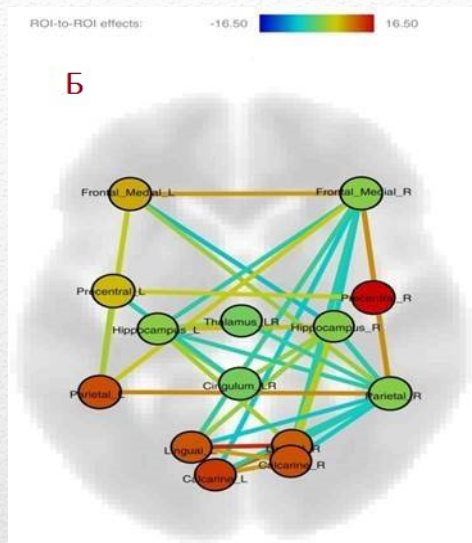
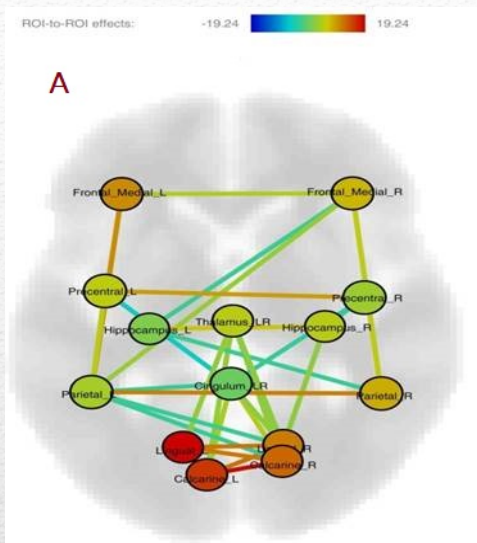


- Для здоровых испытуемых, по данным анализа фМРТ коннективности заданной сети покоя, характерно наличие высоко достоверных связей практически между всеми заданными областями, при максимальных значениях в симметричных лобных, а также лобно-центральных областях слева.
- Обращает внимание наличие высоко достоверных связей между зрительными областями полушарий.
- Больше число функциональных связей формируется с областями левого полушария.

Коннективность фМРТ покоя для сети УФ в норме  
(см. шкалу на рисунке)

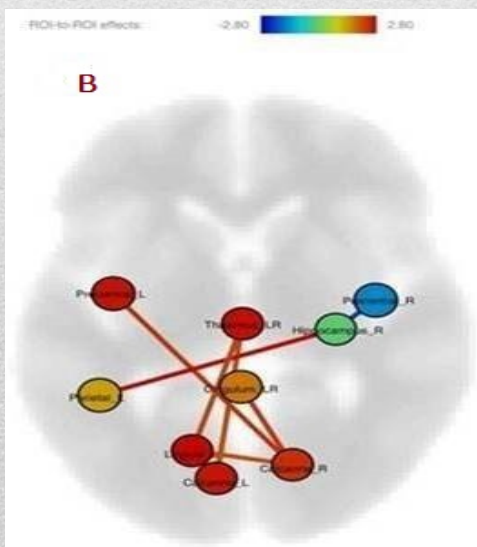


# Особенности связей фМРТ покоя для сети УФ в патологии

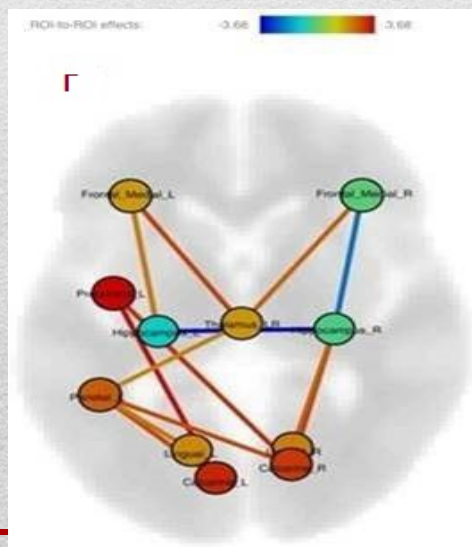


А - Значимые связи фМРТ покоя у пациентов с **левополушарным поражением** (n=7);  $p < 0.05$ .

Б - Значимые связи фМРТ покоя у пациентов с **правополушарным поражением** (n=7);  $p < 0.05$ .



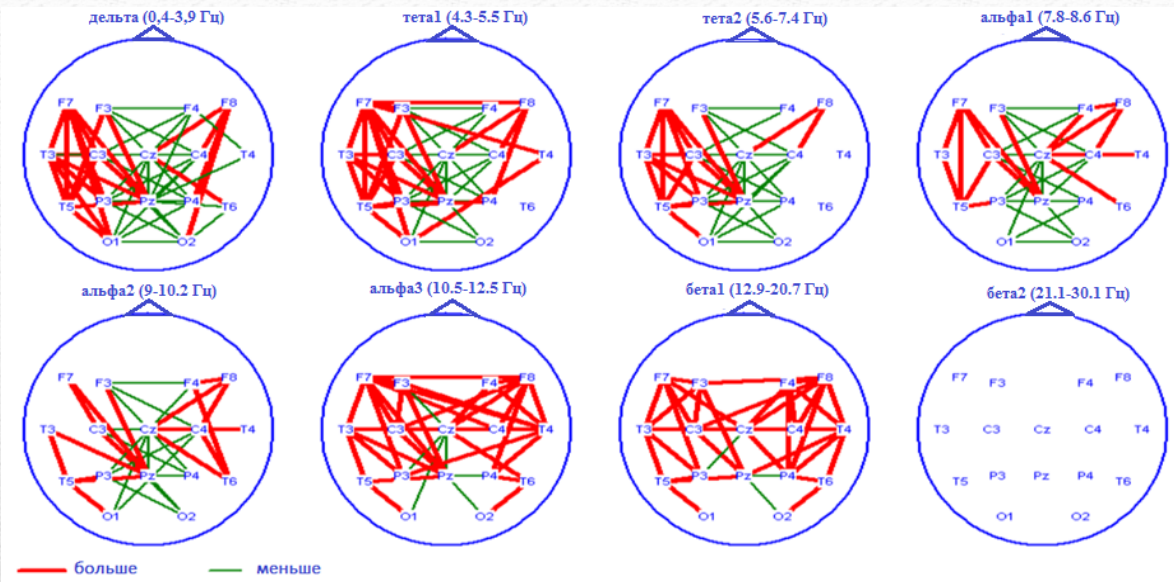
В - Связи фМРТ статистически значимо **отличные от нормы** при **левополушарном поражении**.  
(см. шкалу на рисунке)



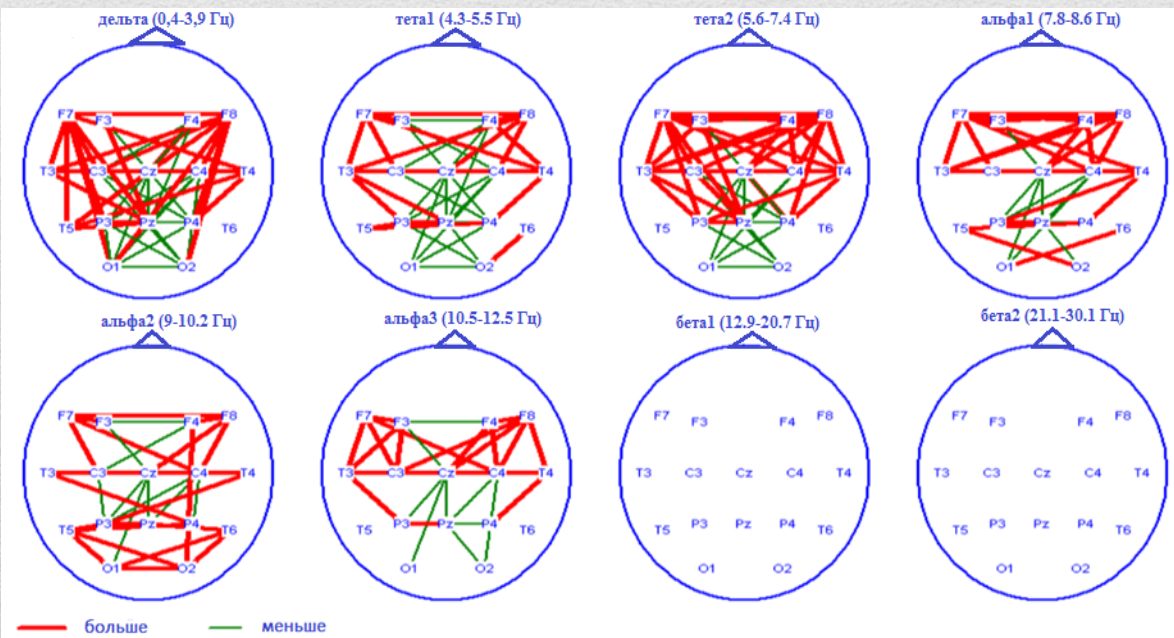
Г - Связи фМРТ статистически значимо **отличные от нормы** при **правополушарном поражении**.



# Отличия когерентности ЭЭГ от нормы при патологии

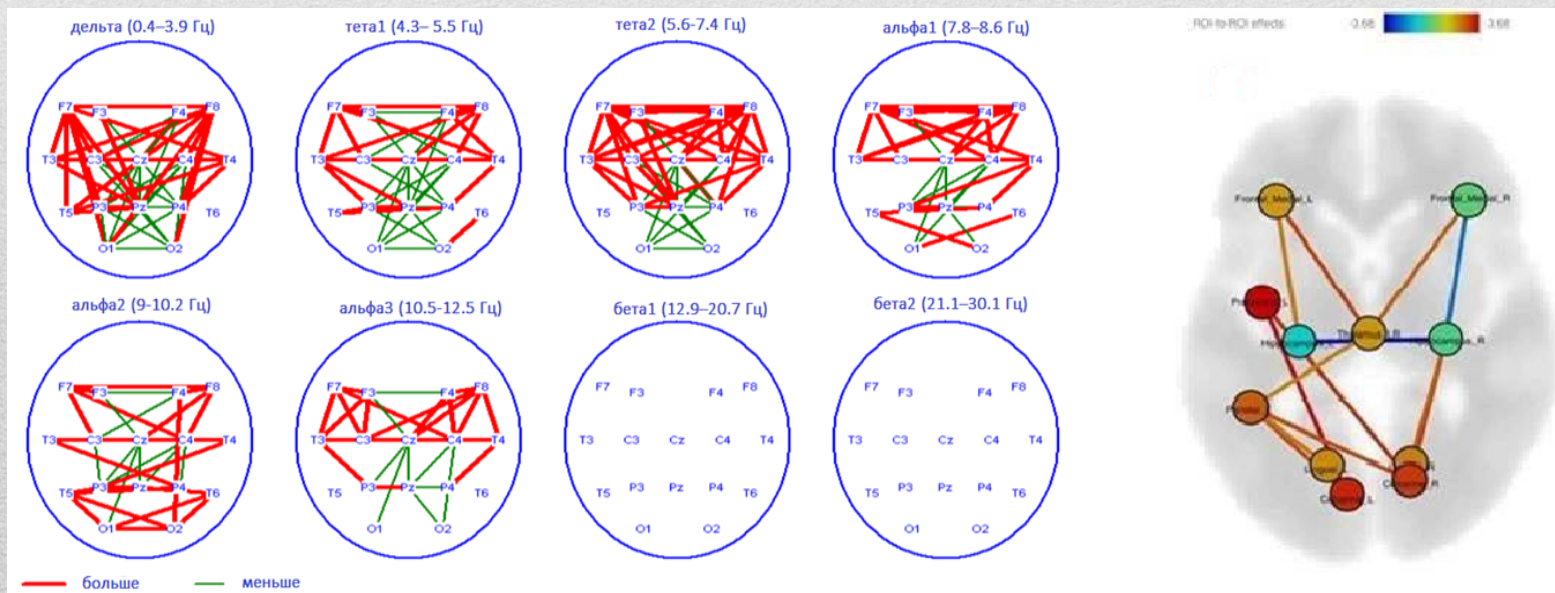
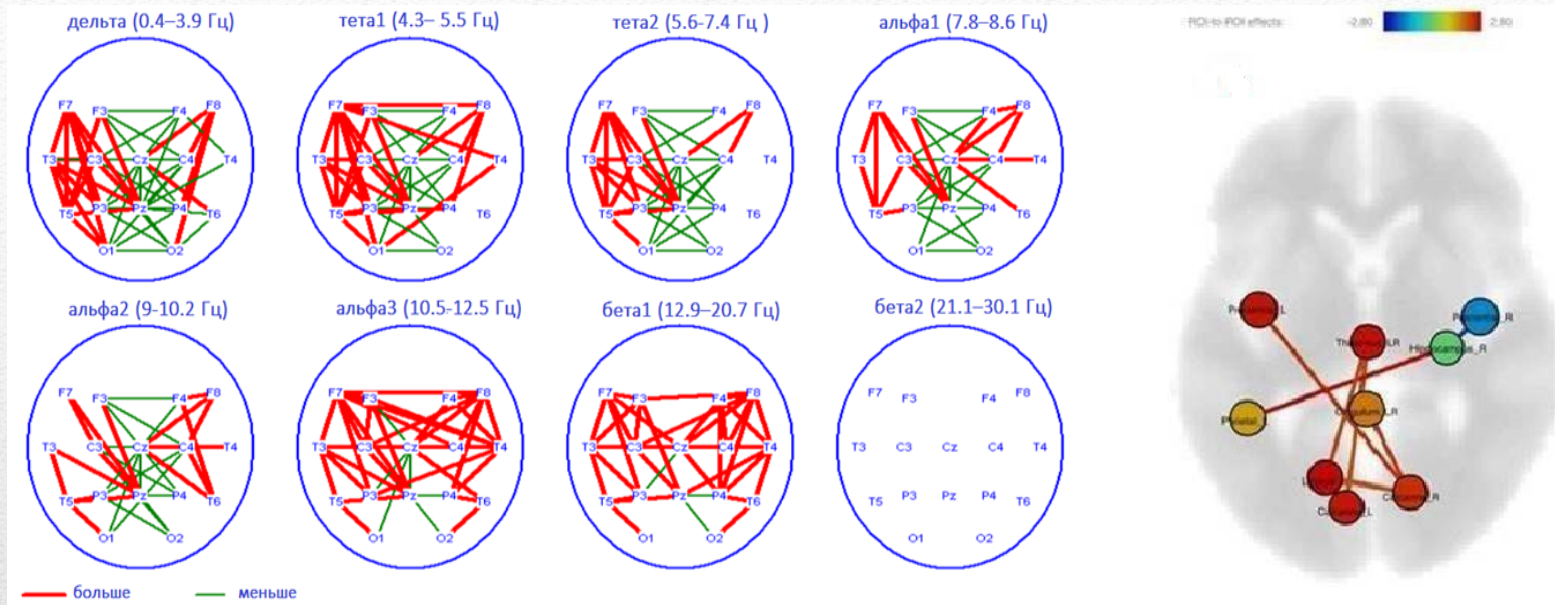


Поражение левого полушария ( $p < 0.001$ )



Поражение правого полушария ( $p < 0.001$ )

# Сопоставление когерентности ЭЭГ и коннективности фМРТ покоя

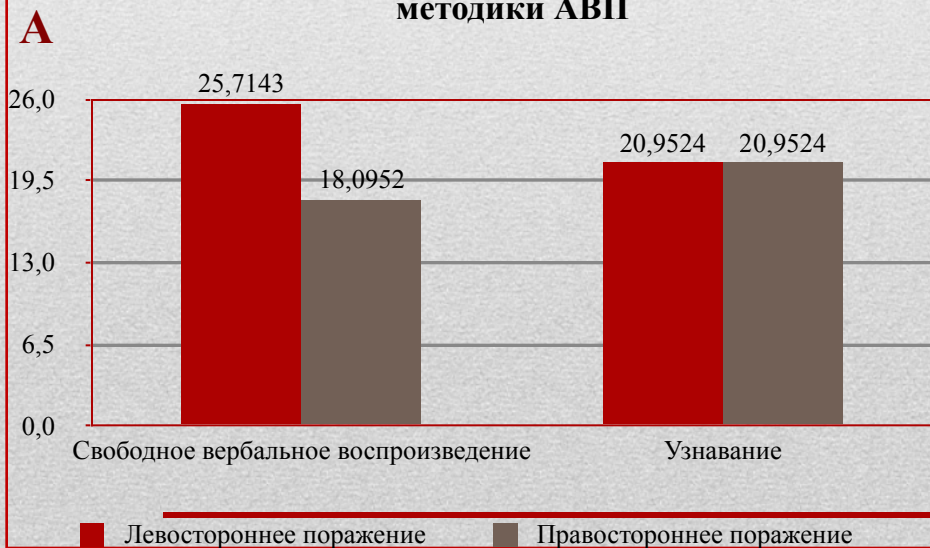




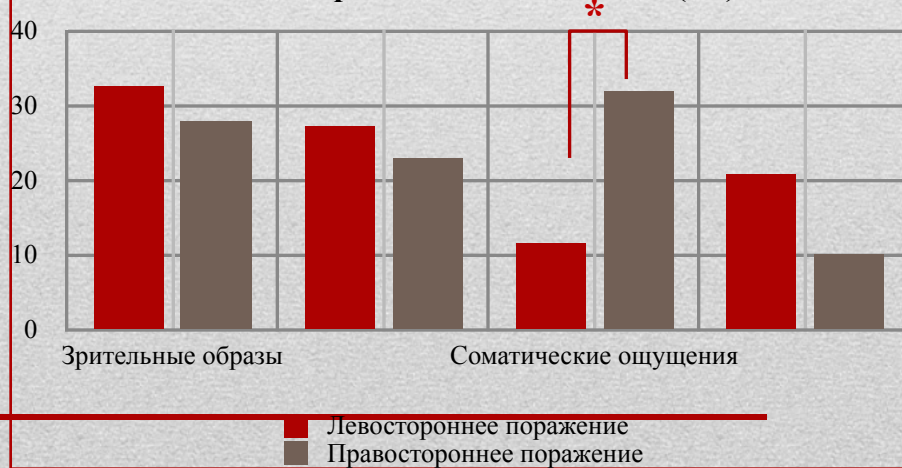
## Результаты нейропсихологического исследования

- Нейропсихологическая диагностика по методу А.Р.Лурия выявила в целом **высокую сохранность психических функций у пациентов обеих групп.**
- По данным более сенсibilизированной методики зрительного запоминания [Кроткова, 2016], при **левополушарном поражении наблюдались нарушения памяти** в виде трудностей устного воспроизведения зрительной информации, **не характерные для пациентов с правосторонним поражением (график А).**
- По данным опросника ReSQ [Delamillieure et al. 2010; данные Бычковой А., 2020], при **правостороннем поражении чаще происходило обращение внимание к соматическим ощущениям, а при левостороннем – к звукам томографа, продуцирующим слуховые образы (график Б)**

Средние значения количества ошибок по данным методики АВП



Средние значения наиболее часто упоминаемых категорий «потока сознания» (%)





# Выводы

- ✓ Оценка функциональной коннективности по данным фМРТ и Ког ЭЭГ в состоянии покоя демонстрирует сходные между собой топографические паттерны нарушений функциональной активности мозга при внемозговом опухолевом поражении медиобазальных отделов полушарий.
  - ✓ Выявлена специфика нарушения пространственной организации функциональной коннективности сети УФ при право- и левостороннем повреждении, что согласуется с обнаруженными особенностями переработки информации определённой модальности: соматосенсорной - в правом, слуховой - в левом полушарии.
  - ✓ Преобладание нарушений функциональной коннективности сети УФ при левостороннем поражении, более выраженное в связях фМРТ симметричных зрительных областей, согласуется с недостаточностью зрительной памяти, выявляемой при нейропсихологическом тестировании.
-



- ❖ Выявление индивидуальных патологических ЭЭГ-маркёров состояния **гиппокампа** при лево- и правостороннем поражении медиальных отделов мозга.
  - ❖ Сопоставление **морфометрических показателей** поражения гиппокампа при лево- и правостороннем повреждении мозга с данными коннективности ЭЭГ и фМРТ.
  - ❖ Оценка изменения состояния сети УФ пациентов с лево- и правополушарным поражением **в динамике проведения радиотерапии.**
-

**Благодарю за внимание!**

---