

Юбилейная XXIV научная школа-конференция молодых ученых по физиологии высшей нервной деятельности и нейрофизиологии
29-30 октября 2020



Восстановление когнитивных компонентов вызванных потенциалов при форсированном пробуждении от третьей стадии сна

Аспирант 3го года - Левкович Кристина Михайловна
Научный руководитель - д.б.н. Украинцева Юлия Валерьевна

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта
№19-313-90067

Сознание

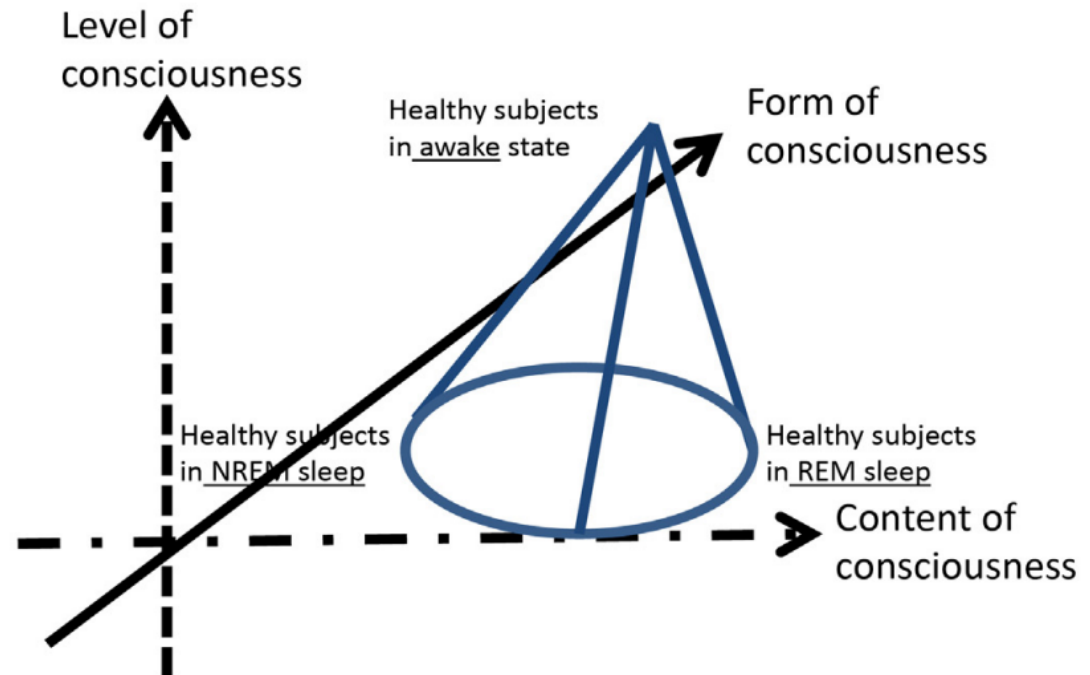
Сон характеризуется либо отсутствием сознательных переживаний, либо наличием низкоуровневых форм сознания, например, таких как сновидения.

Переход ото сна к бодрствованию не является одномоментным процессом. Сознание как «Способность воспринимать, взаимодействовать, и обмениваться информацией с окружающей средой и с другими в полной мере» (Zeman, 2001, стр. 1265) также при пробуждении возникает не сразу.

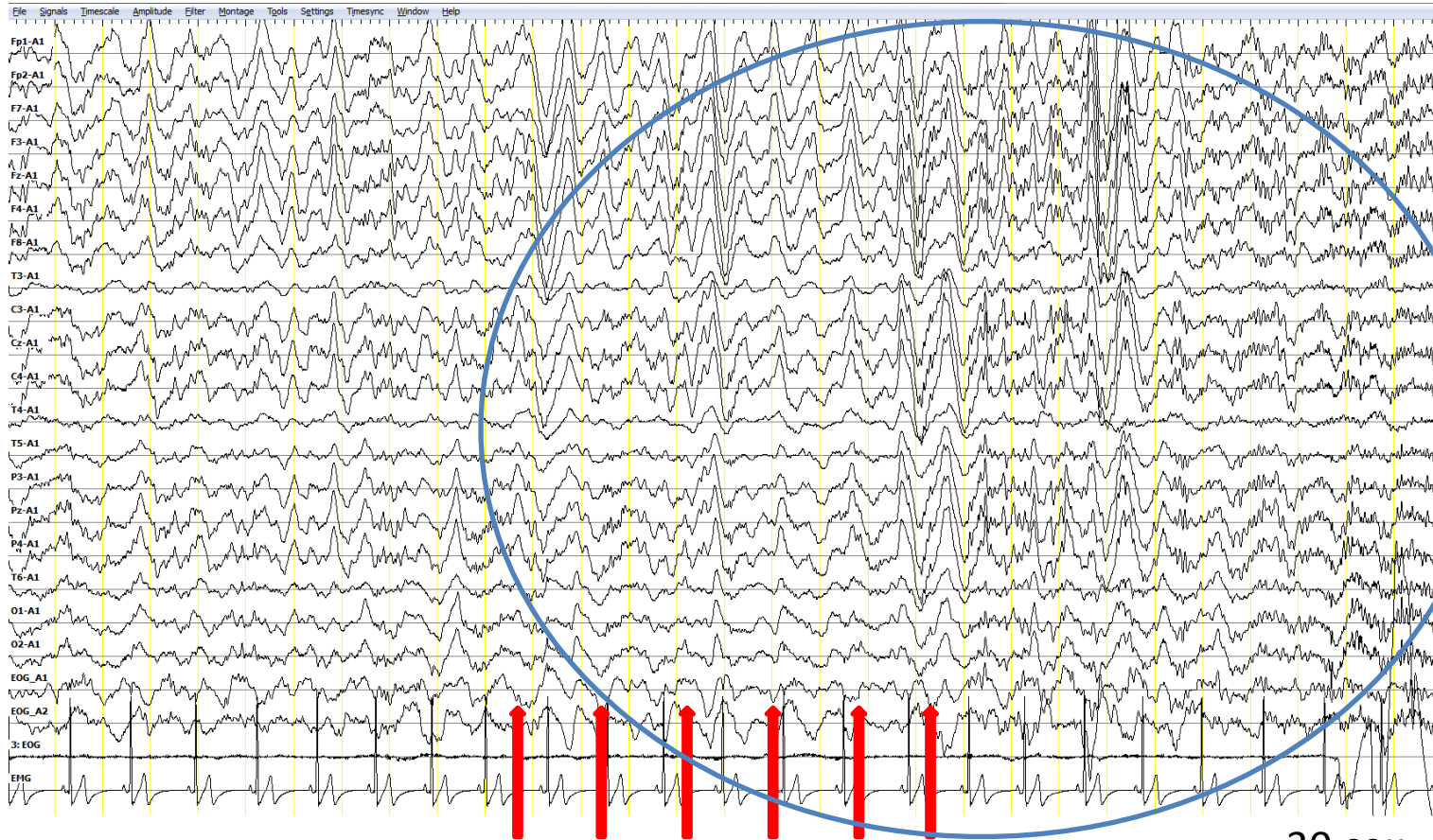
Проходят секунды или даже минуты, прежде чем сознание достигнет высокого уровня, а именно полной alertности и бдительности.

Можно выделить несколько переходных состояний между сном и бодрствованием.

Эти переходные состояния представляют интерес для исследования сознания.



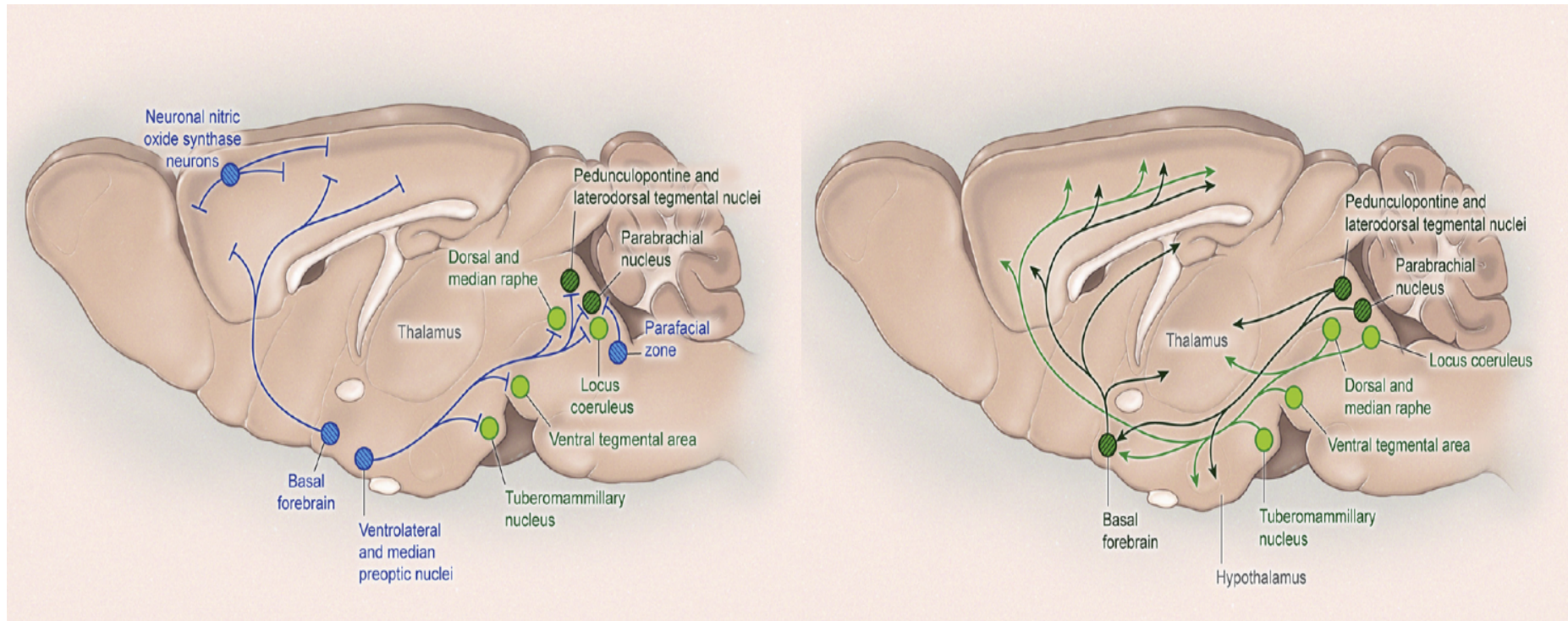
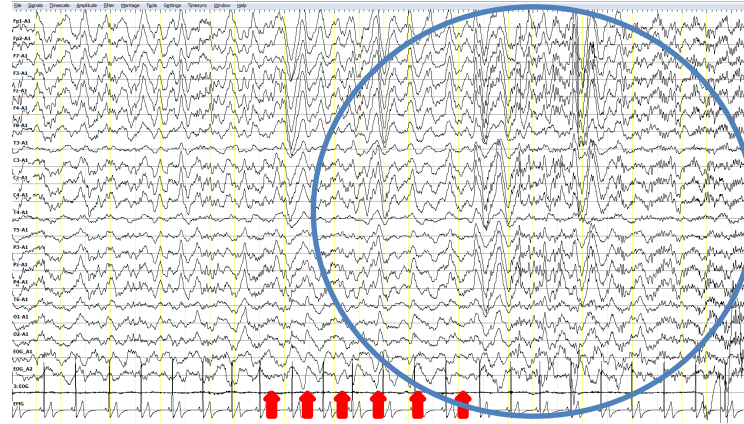
Пробуждение от ортодоксального сна



30 сек

В процессе пробуждения электрофизиологические маркеры сна сосуществуют с активностью, характерной для бодрствования, постепенно заменяясь ею.

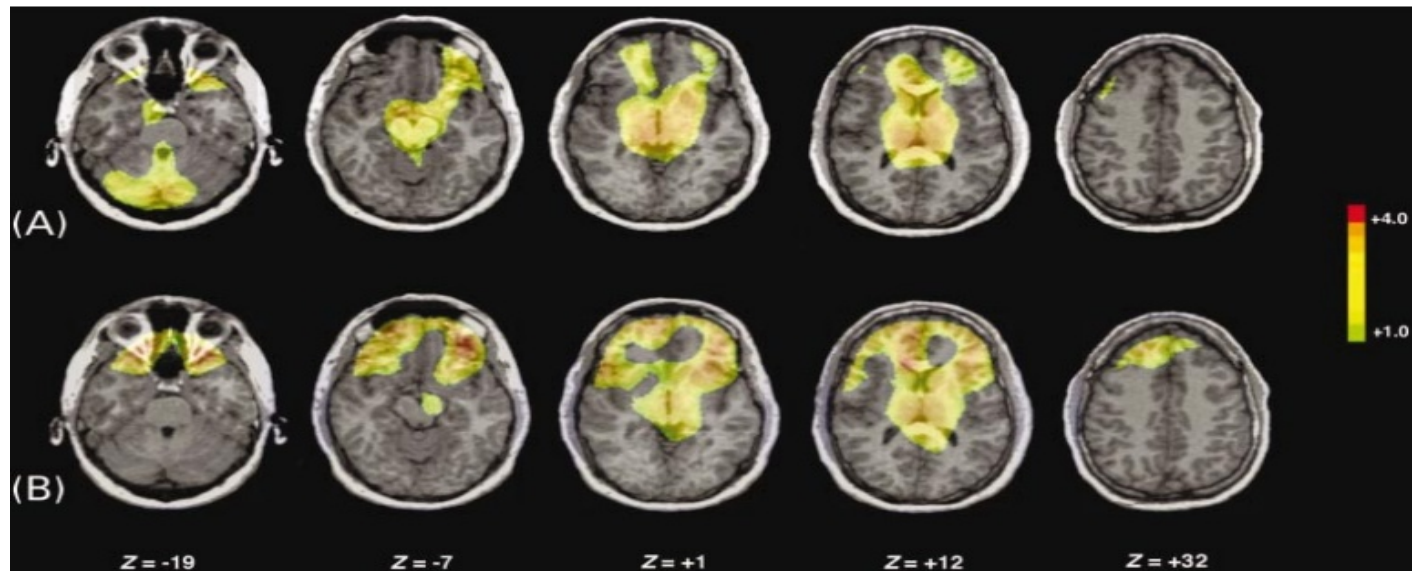
Пробуждение от ортодоксального сна



Восстановление уровня сознания при пробуждении из 2 стадии сна

После пробуждения из 2 стадии сна через 5 минут восстанавливается мозговой кровоток в центрэнцефалических областях (ствол мозга, таламус, базальные ганглии), через 20 минут в передних отделах мозга: кортикальных, паралимбических-лимбических и субкортикальных областях .

Увеличение мозгового кровотока через 5 мин (А) и через 20 мин (В) после пробуждения по сравнению со 2 стадией сна



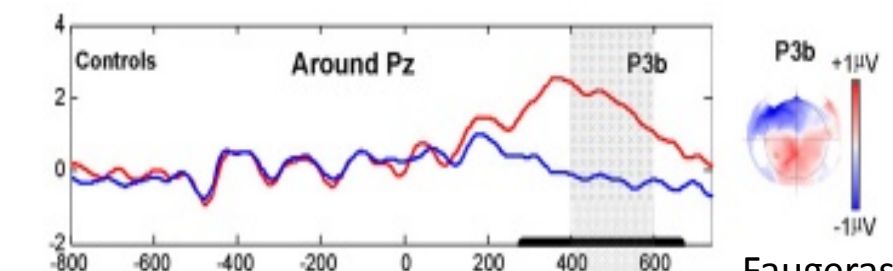
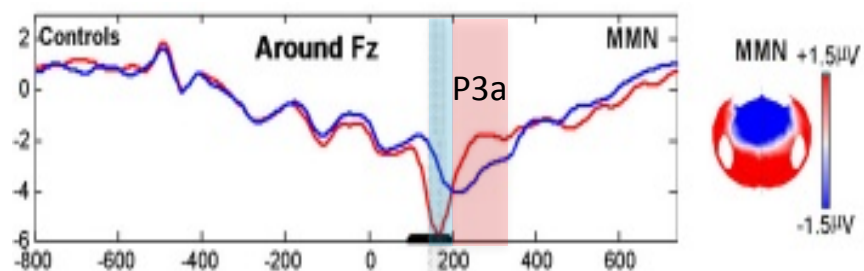
Local/Global парадигма

Вызванные потенциалы в ответ на локальные и глобальные нерегулярности

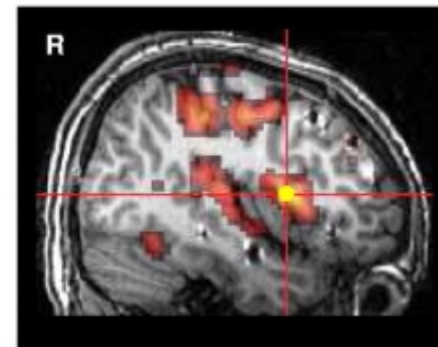
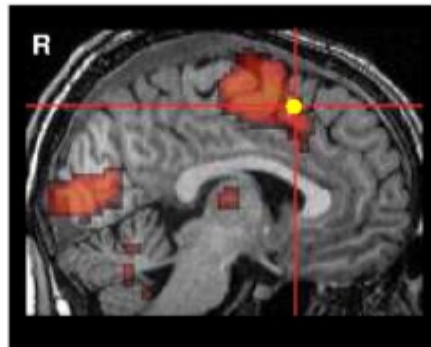
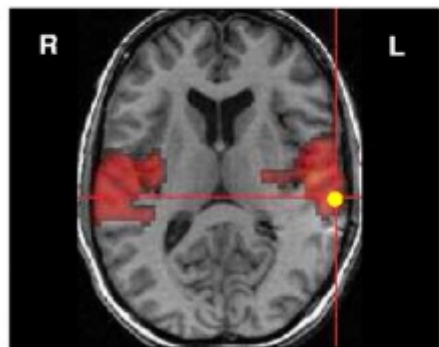
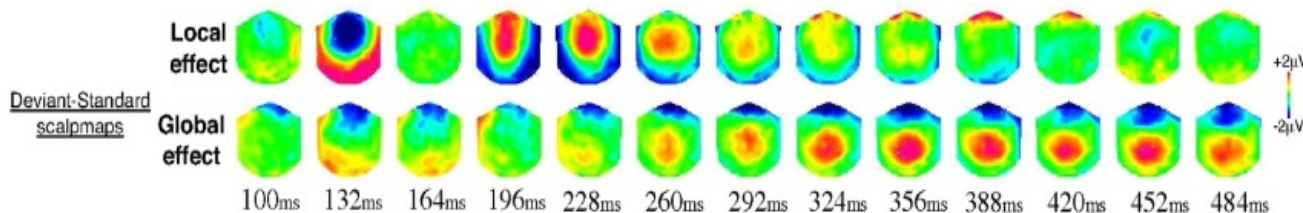
□ Стандарт □ Девиант

локальная нерегулярность

глобальная нерегулярность



Faugeras et al., 2012



Bekinschtein et al., 2009

До сих пор нет единого мнения относительно того, что требуется для поддержания сознания:

- активация лобных и теменных отделов (Dehaene & Naccache, 2001);
- синхронизация нейронных популяций в гамма-диапазоне (Crick & Koch, 1990; von der Malsburg, 1995)
- достаточно локальной активации коры - задняя кортикальная “hot zone” (затылочная и теменная доли) (Rees et al., 2002; Siclari et al., 2017)

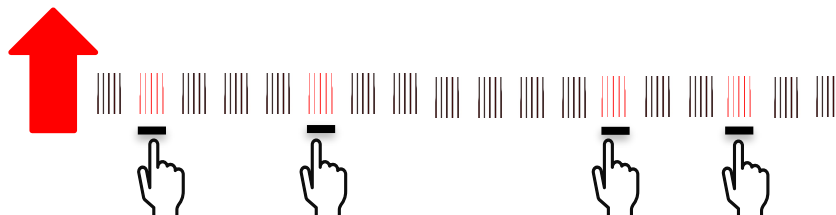
Наша цель – определить, в какой момент перехода от сна к бодрствованию возникает сознательное восприятие сложных звуковых паттернов.

Мы предполагаем, что такой признак сознательного восприятия глобальных нерегулярностей, как компонент P300, может возникать еще до появления своевременного моторного ответа на них.

Методы

2 здоровых добровольца участвовали в 11 экспериментах с регистрацией полисомнограммы ночного сна с 3-6 форсированными пробуждениями от 3 стадии за ночь (всего 45 пробуждений).

Время	Схема эксперимента
20:50	Информированное согласие
20:55	Ужин
22:00	Ознакомление со звуковой последовательностью с глобальной нерегулярностью
22:30	Регистрация ВП в ответ на последовательность с глобальной нерегулярностью в бодрствовании
23:00	Выключение света. Начало ночного сна. Пробуждение 1 Пробуждение 2 Пробуждение 3 Пробуждение 4
7:00	Включение света. Окончание ночного сна.
7:40	Регистрация ВП в ответ на последовательность с глобальной нерегулярностью в бодрствовании
8:00	Завтрак



Методы

Звук 1 (485-970-1455 Гц)

Звук 2 – выше чем стандарт (515-1030-1545 Гц)

ГН:

Звук-50 мс; интервал между звуками-100 мс; между пачками-1400±50 мс

Анализ данных:

*Анализ данных в программе BrainVision;

*Кластерный анализ в программе MATLAB, пакет FieldTrip (700 мс после предъявления пятого стимула);

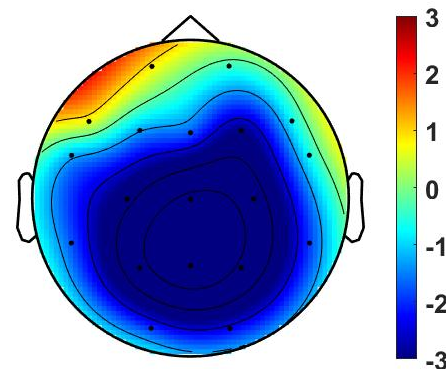
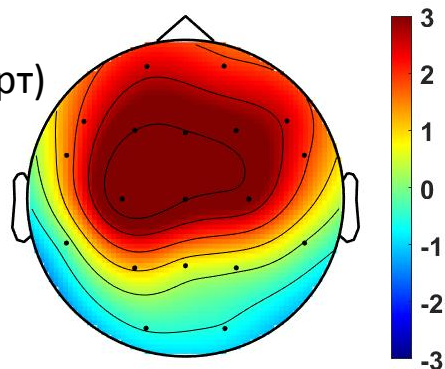
*Преобразование вейвлета Морле: 0.5 – 30, частота модуляции – 30, параметр с – 5.

Запись ЭЭГ: 19-канальный энцефалограф Энцефалан-EEGR-19/26 система для ЭЭГ (10-20) и четырёх каналов ЭОГ

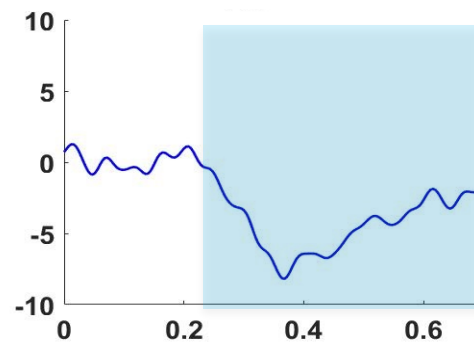
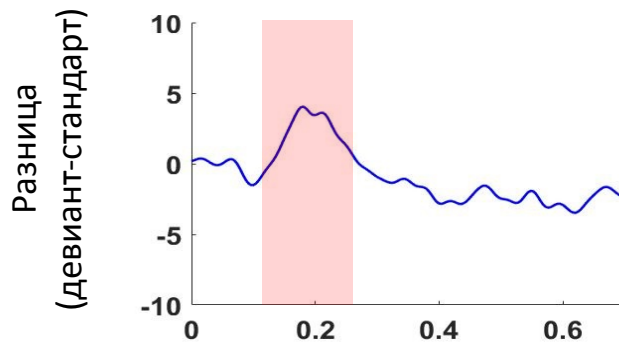
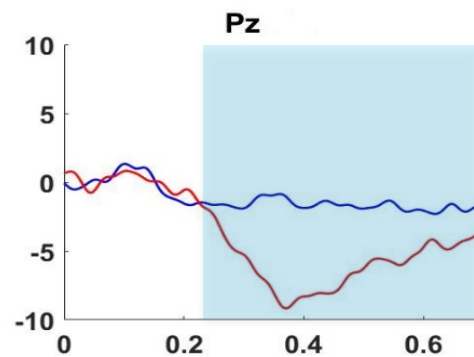
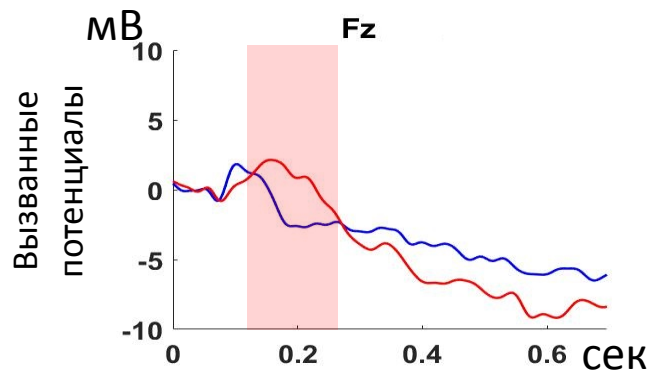
Кластерный анализ

Разница между девиантом и стандартом до сна

Разница
(девиант-стандарт)



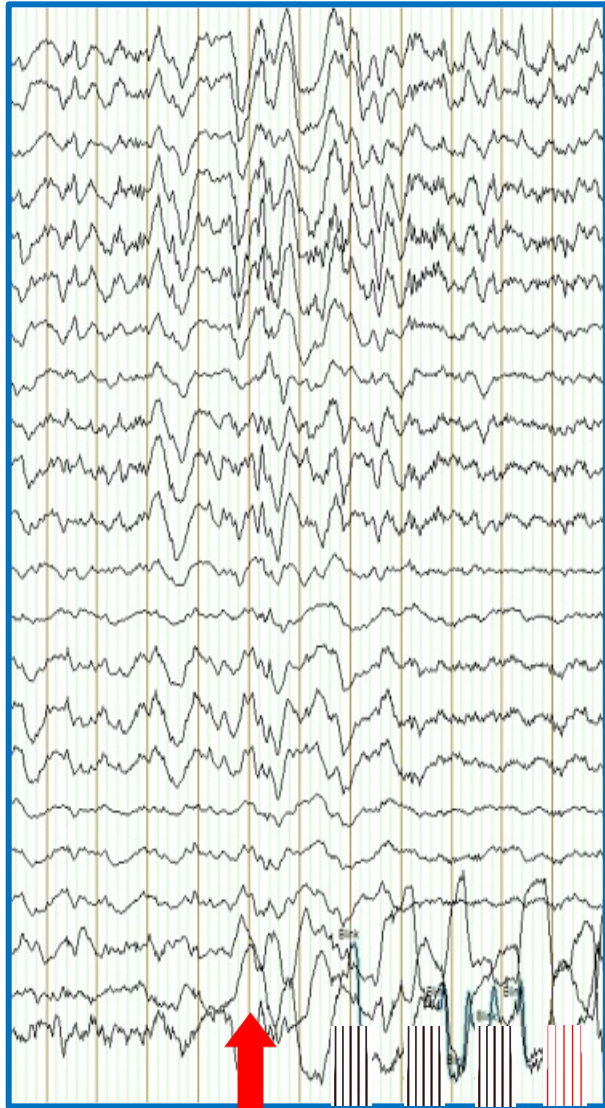
— девиант
— стандарт



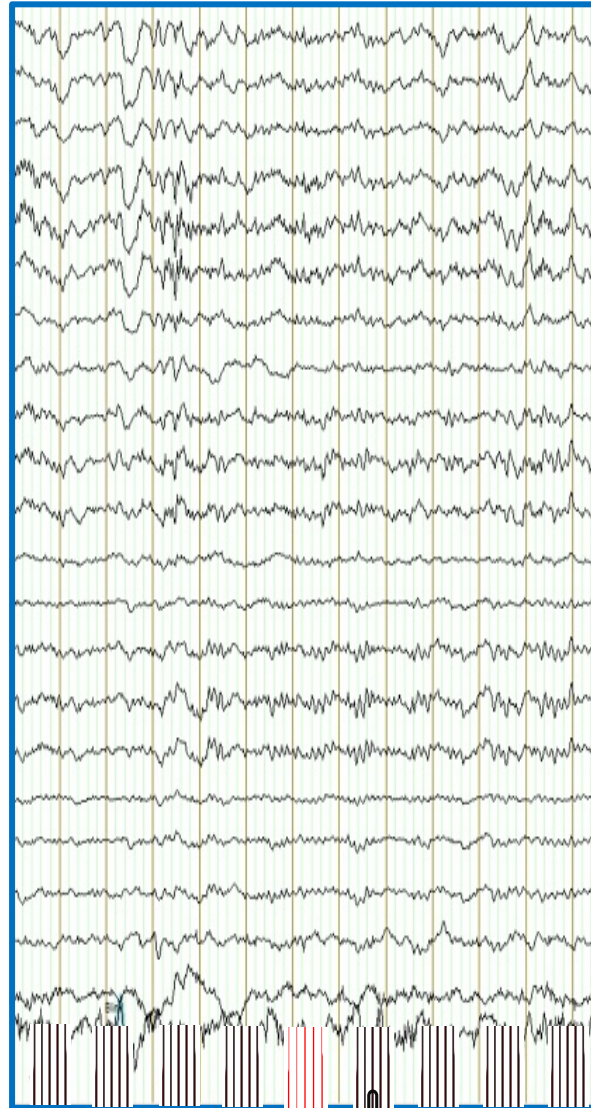
140-288 мс, $p=0,02$

228-696 мс, $p=0,002$

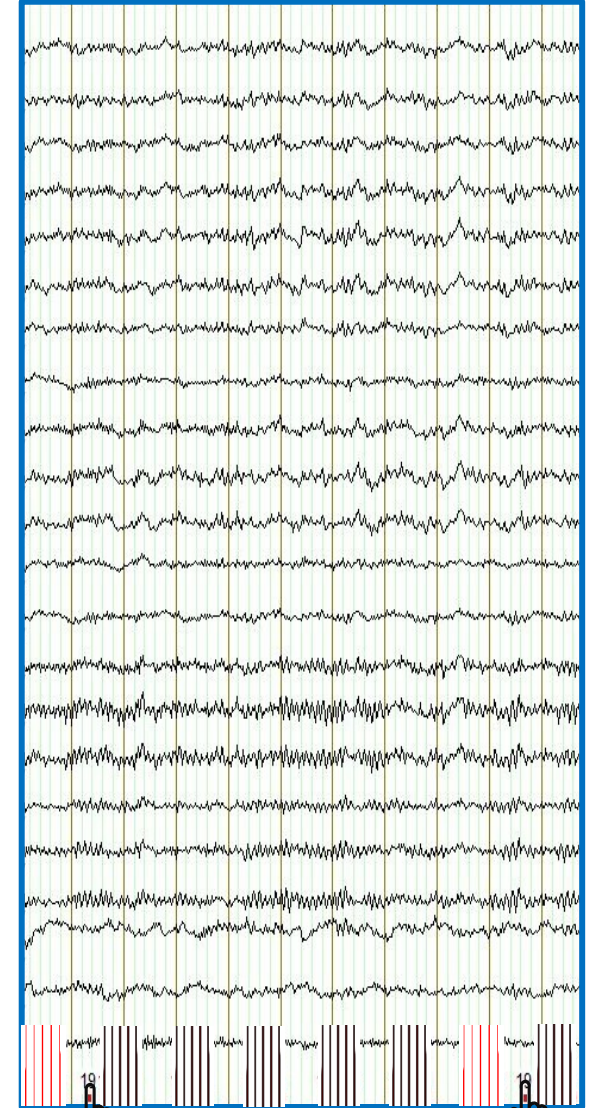
Этапы пробуждения



1 этап: высокоамплитудный дельта- и тета-ритм преобладает, моторный ответ не регистрируется



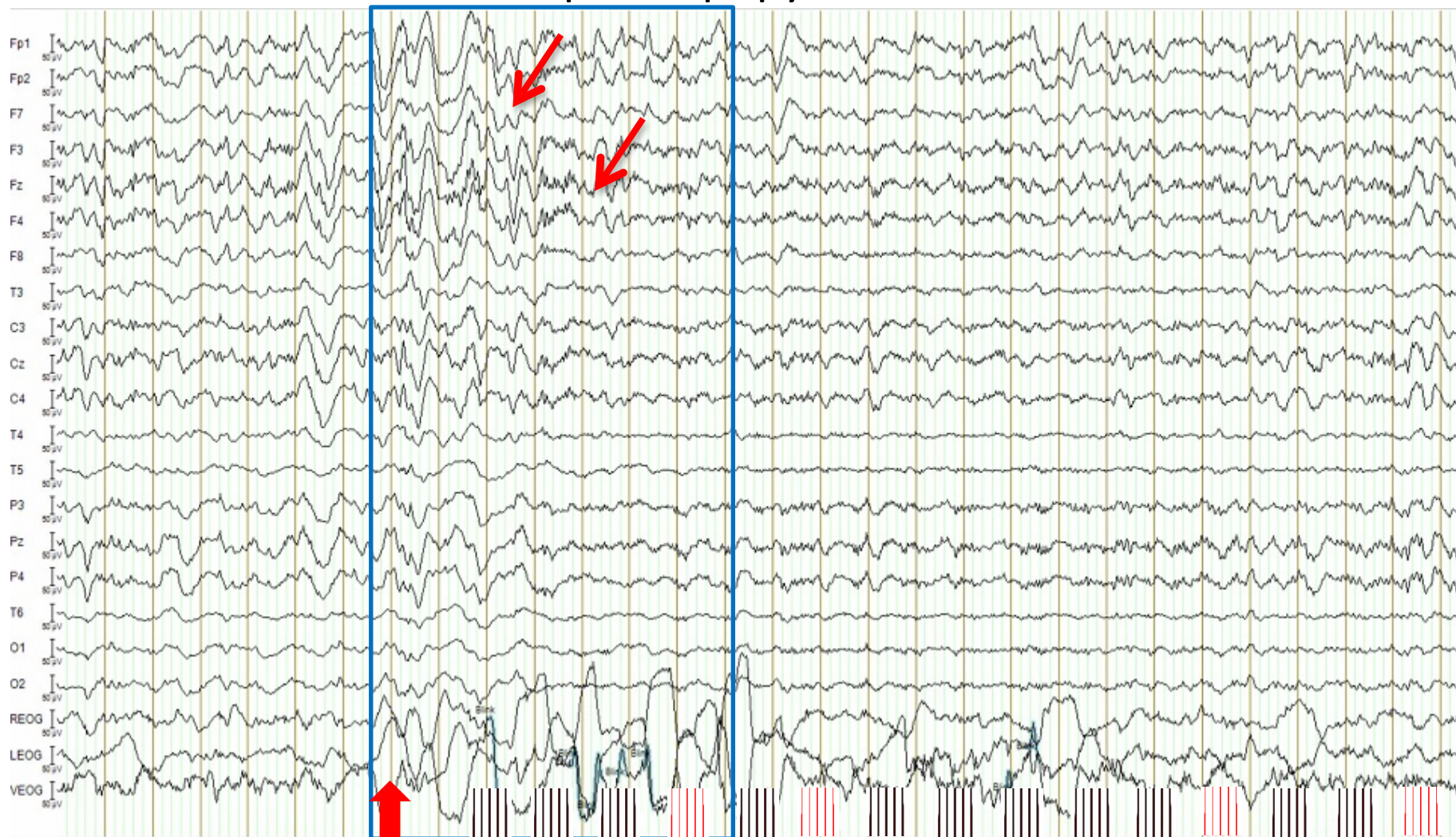
2 этап: альфа-ритма восстановился, но реакция замедленная



3 этап: альфа-ритм и моторный ответ сходны с таковыми в бодрствовании

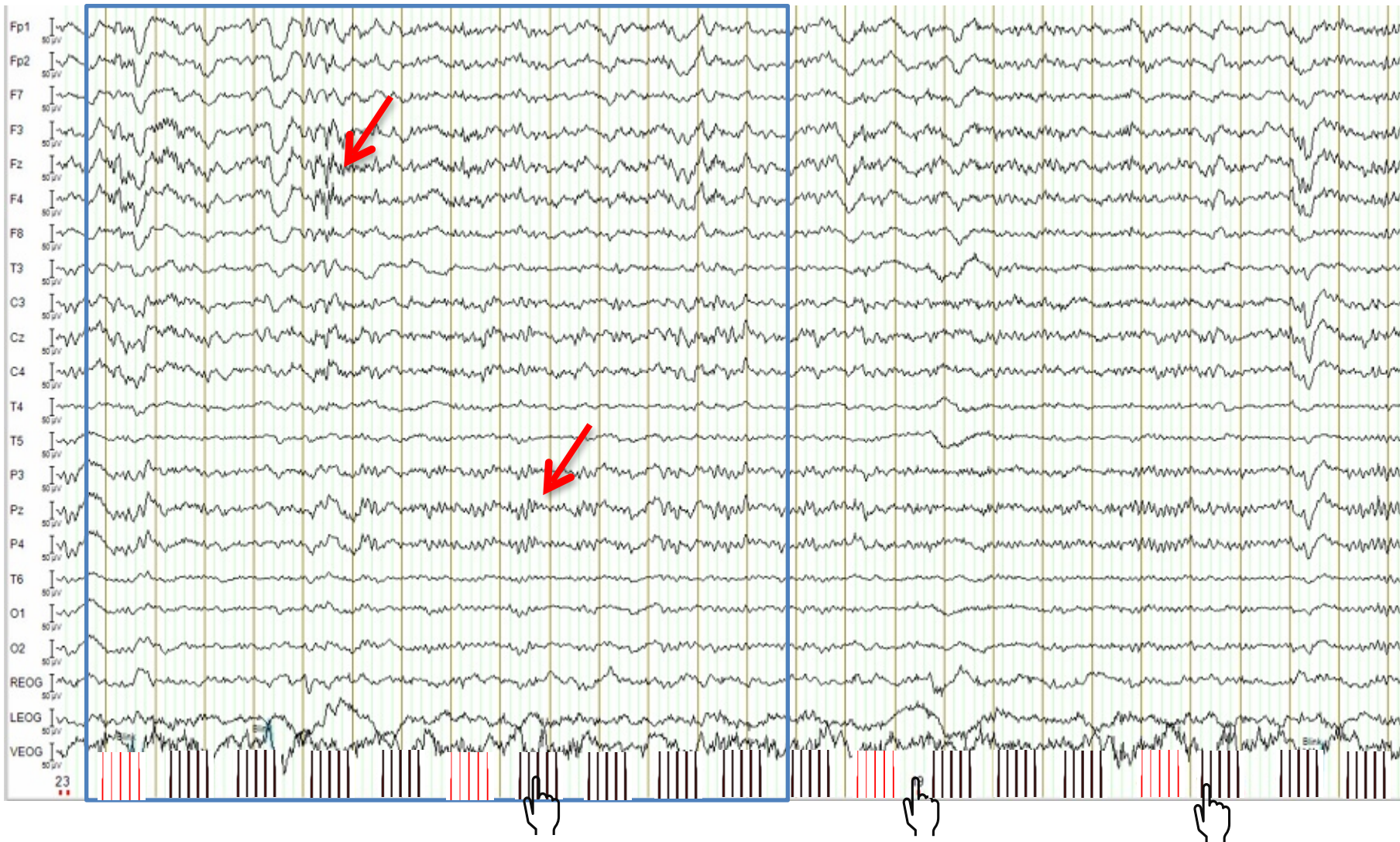
Этапы пробуждения

На первом этапе пробуждения в ЭЭГ преобладают высокоамплитудные дельта- и тета-волны, нажатия на кнопку не регистрируются



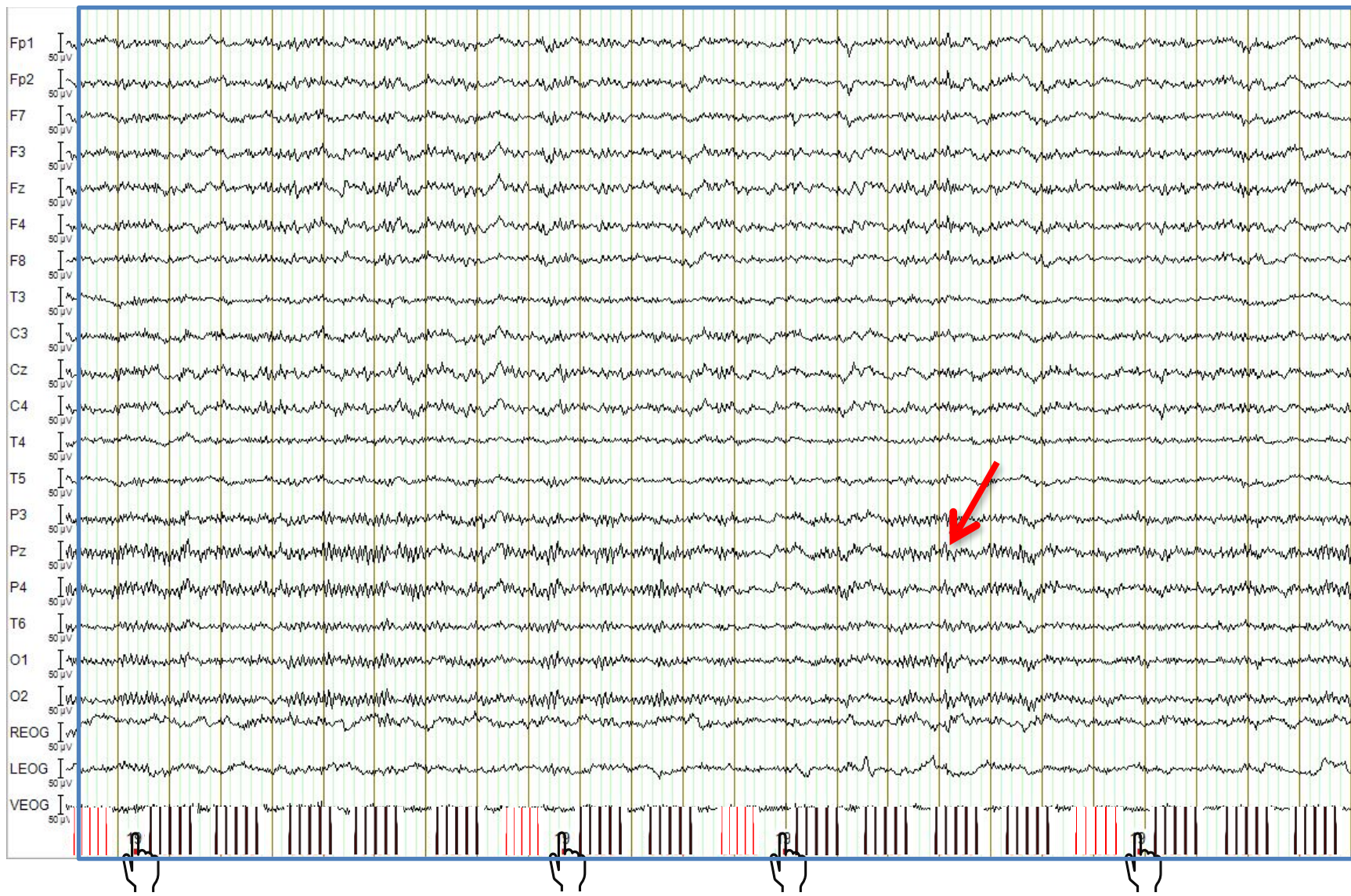
Этапы пробуждения

На втором этапе на фоне доминирующего альфа-ритма регистрируются дельта- и тета-волны невысокой (до 70 мкВ) амплитуды, моторный ответ отсутствует или замедлен.



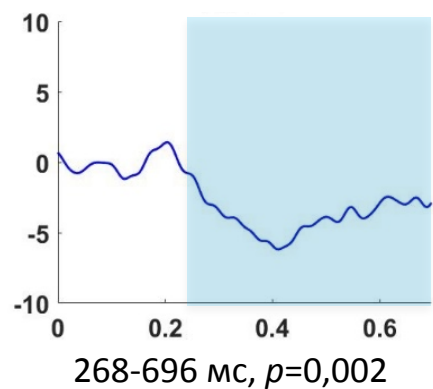
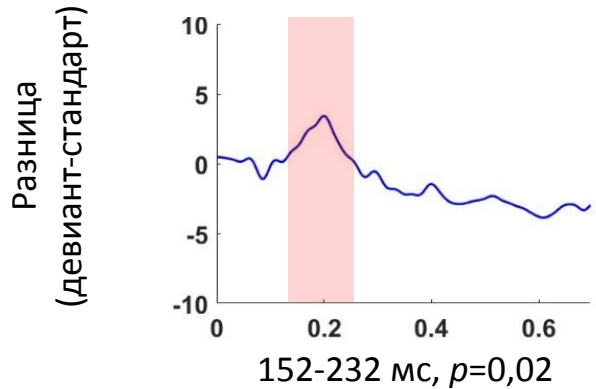
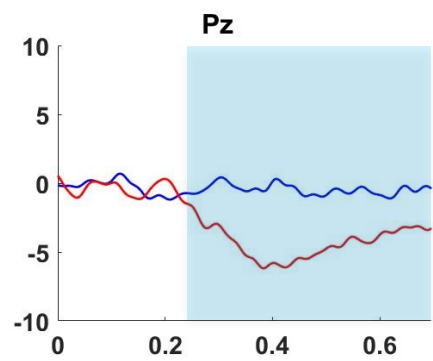
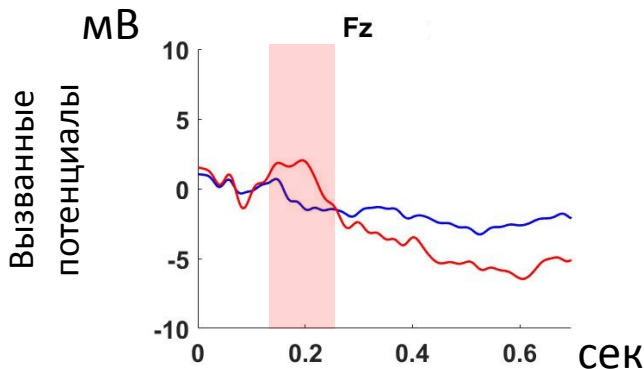
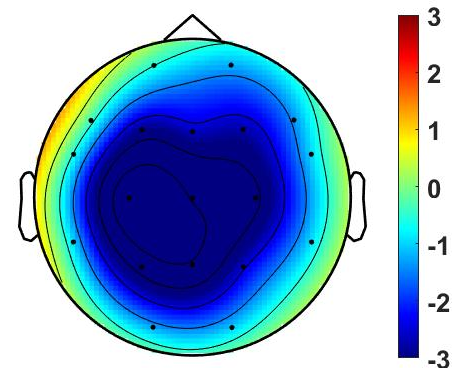
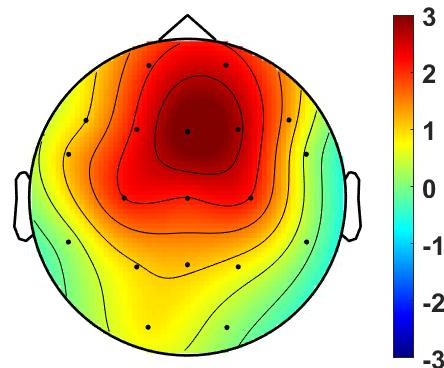
Этапы пробуждения

На третьем этапе альфа-ритм и моторный ответ сопоставимы с таковыми в состоянии бодрствования перед сном



Кластерный анализ

Разница между девиантом и стандартом при пробуждении от Зей стадии ортодоксального сна

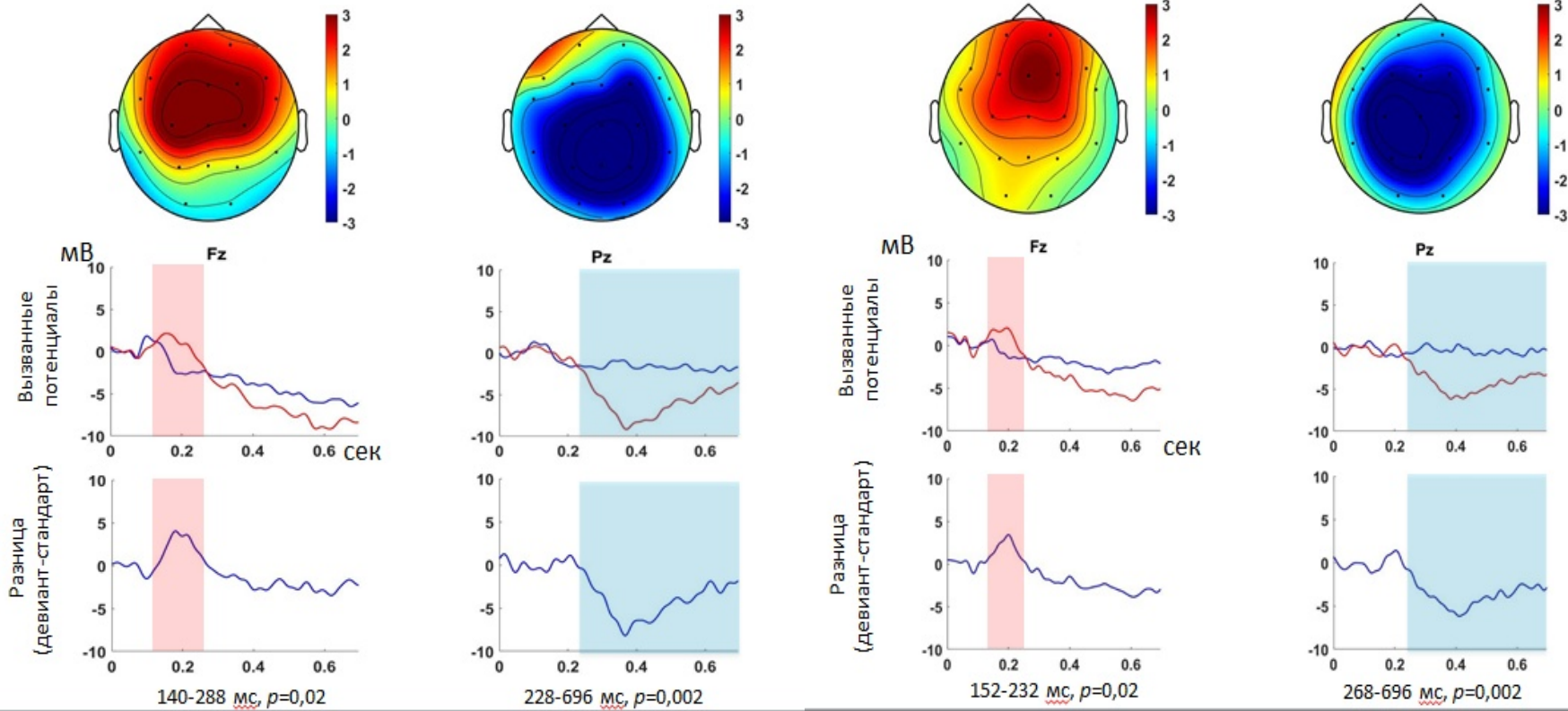


Кластерный анализ

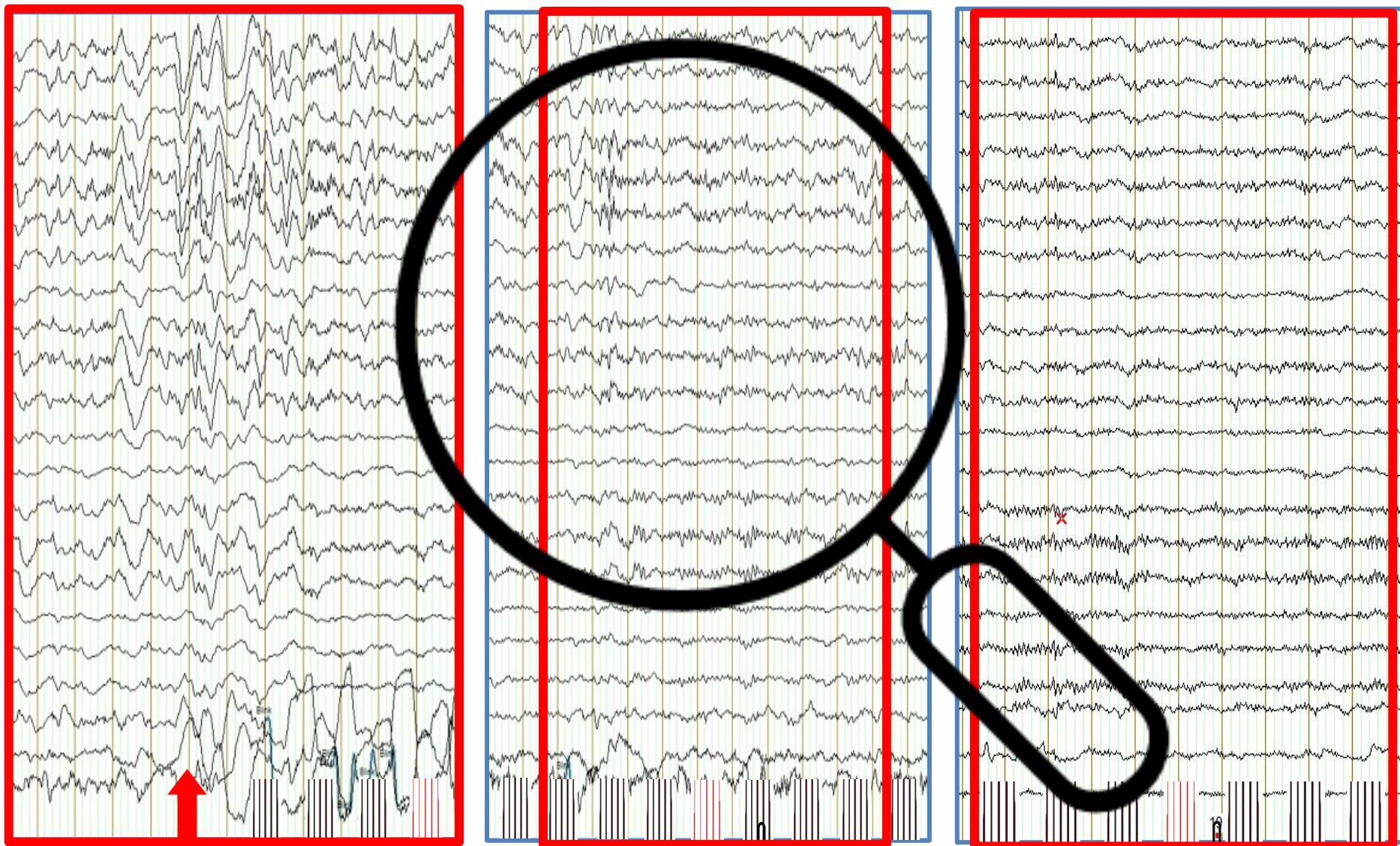
Разница между стандартом при пробуждении от 3ей стадии сна на 3 этапе и в бодрствовании до сна

Бодрствование до сна

3 этап пробуждения



Этапы пробуждения



1 этап: высокоамплитудный дельта- и тета-ритм преобладает, моторный ответ не регистрируется

2 этап: альфа-ритма восстановился, но реакция замедленная

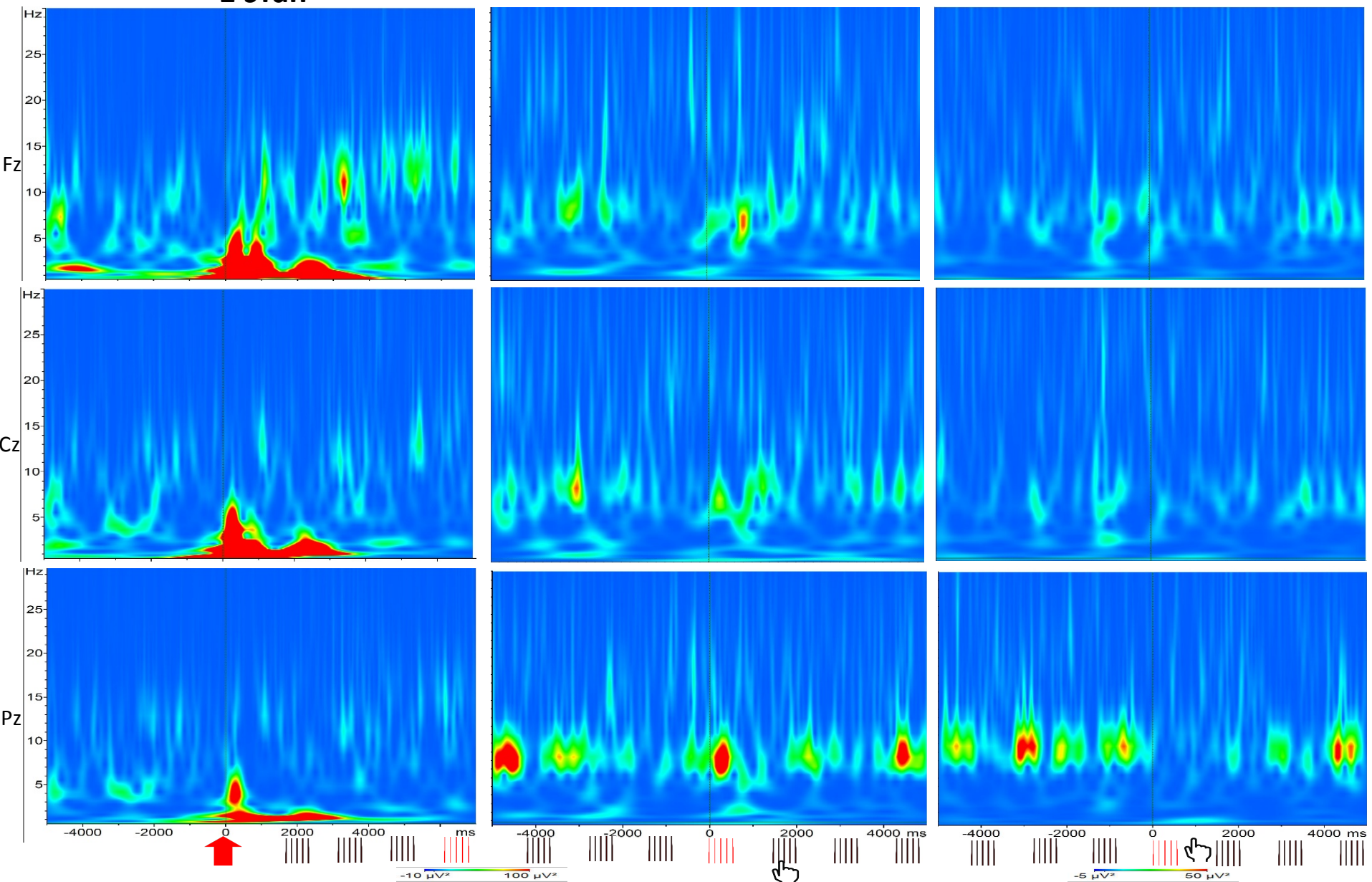
3 этап: альфа-ритм и моторный ответ сходны с таковыми в бодрствовании

Непрерывное вейвлет-преобразование на каждом из этапов пробуждения

1 этап

2 этап

3 этап



Заключение

При пробуждении ВП и реакция на стимулы восстанавливается не сразу. На первых этапах пробуждения мы не выявили каких-либо значимых изменений ВП в ответ на глобальную нерегулярность. **Хорошо выраженные когнитивные компоненты ВП можно зарегистрировать только после восстановления альфа-ритма, и этот момент по времени совпадает с восстановлением моторного ответа на значимый сигнал.**

Список литературы

1. Zeman A. (2001). Consciousness. *Brain*, 124(7), 1263–1289.
2. Northoff G. (2013). What Is Consciousness? A Tridimensional View and Neural Predispositions of Consciousness (NPC). *Neuropsychoanalysis*, 15(1), 59–62.
3. Scammell, T. E., Arrigoni, E., & Lipton, J. O. (2017). Neural circuitry of wakefulness and sleep. *Neuron*, 93(4), 747-765.
4. Balkin, T. J., et al. (2002). The process of awakening: a PET study of regional brain activity patterns mediating the re-establishment of alertness and consciousness. *Brain*, 125(10), 2308-2319.
5. Bekinschtein T. A., Dehaene S., Rohaut B., Tadel F., Cohen L., & Naccache L. (2009). Neural signature of the conscious processing of auditory regularities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(5), 1672-1677.
6. Faugeras, F., Rohaut, B., Weiss, N., Bekinschtein, T., Galanaud, D., Puybasset, L., ... & Naccache, L. (2012). Event related potentials elicited by violations of auditory regularities in patients with impaired consciousness. *Neuropsychologia*, 50(3), 403-418.
7. Dehaene, S., & Naccache, L. (2001). Towards a cognitive neuroscience of consciousness: basic evidence and a workspace framework. *Cognition*, 79(1-2), 1-37.
8. Crick, F., & Koch, C. (1990). Towards a neurobiological theory of consciousness. In *Seminars in the Neurosciences* (Vol. 2, pp. 263-275). Saunders Scientific Publications.
9. Von der Malsburg, C. (1995). Binding in models of perception and brain function. *Current opinion in neurobiology*, 5(4), 520-526.
10. Rees, G., Kreiman, G., & Koch, C. (2002). Neural correlates of consciousness in humans. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(4), 261-270.
11. Siclari, F., Baird, B., Perogamvros, L., Bernardi, G., LaRocque, J. J., Riedner, B., ... & Tononi, G. (2017). The neural correlates of dreaming. *Nature neuroscience*, 20(6), 872.

Спасибо за внимание!