

**ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ
НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**
*Нейрофизиология высших
отделов ЦНС*

**Лекция 2. Методы исследования
ВНД. Электроэнцефалография.**

- 1. Методы исследования электрических процессов в головном мозге.**
- 2. Электроэнцефалография. Регистрация.**
- 3. Электроэнцефалография. Основные показатели.**
- 4. Электроэнцефалография. Происхождение. Изменения в онтогенезе.**
- 5. Интерпретация ЭЭГ. Методы анализа ЭЭГ.**
- 6. ЭЭГ в онтогенезе.**

История открытия ЭЭГ

В 1875 г. данные о наличии **спонтанной и вызванной электрической активности в мозге собаки** были получены независимо **Катоном** в Англии и **Данилевским** в России. В его же работах были описаны основные ритмы ЭЭГ и их изменения при функциональных пробах и патологических изменениях в мозге.

История открытия ЭЭГ

Начало электроэнцефалографическим исследованиям положил **Правдич-Неминский**, опубликовав в 1913 году первую электроэнцефалограмму, **записанную с мозга собаки.**

В своих исследованиях он использовал струнный гальванометр. Им введён термин **электроцереброграмма.**

История открытия ЭЭГ

Австрийский психиатр **Ганс Бергер** в **1928 г.** осуществил регистрацию электрических потенциалов головного мозга у человека, используя скальповые игольчатые электроды.

В его же работах были описаны основные ритмы ЭЭГ и их изменения при функциональных пробах и патологических изменениях в мозге.

Электроэнцефалография - качественный и количественный анализ функционального состояния головного мозга и его реакций при действии раздражителей по данным электрической активности мозга (электроэнцефалограммы).

Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) - кривая отражающая разность потенциалов между электродами размещенными над конвексительной поверхностью мозга.

ЭЭГ - области применения

В клинике он применяется для оценки обще-мозговой активности и в **диагностике эпилепсии**, при нарушениях сна.

У детей отражает изменения связанные с созревание мозга.

В науке используется при изучения изменений при разных функциональных состояниях.

ЭЭГ регистрируют с помощью наложенных на **кожную поверхность головы** электродов.

Электроды расположены по стандартной схеме **10-20**.

ЭЭГ измеряется между двумя точками **бипо**

ЭЭГ - области применения

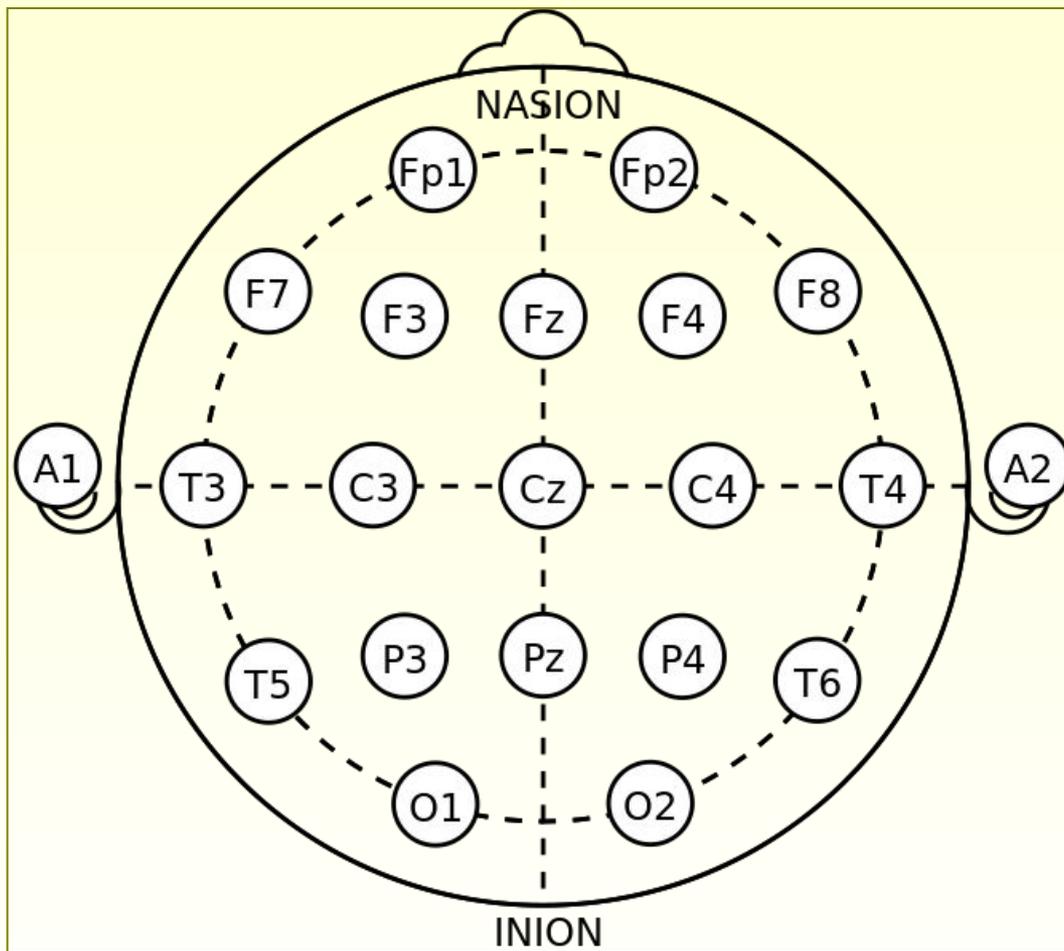
ЭЭГ регистрируют с помощью наложенных на **кожную поверхность головы** электродов.

Электроды расположены по стандартной схеме **10-20**.

Для животных используется монтаж из 8 активных электродов в лобной, центральной, затылочной и височной области.

ЭЭГ измеряется между двумя точками **биполярным и монополярным** способами.

Схема размещения электродов для регистрации ЭЭГ - 10-20



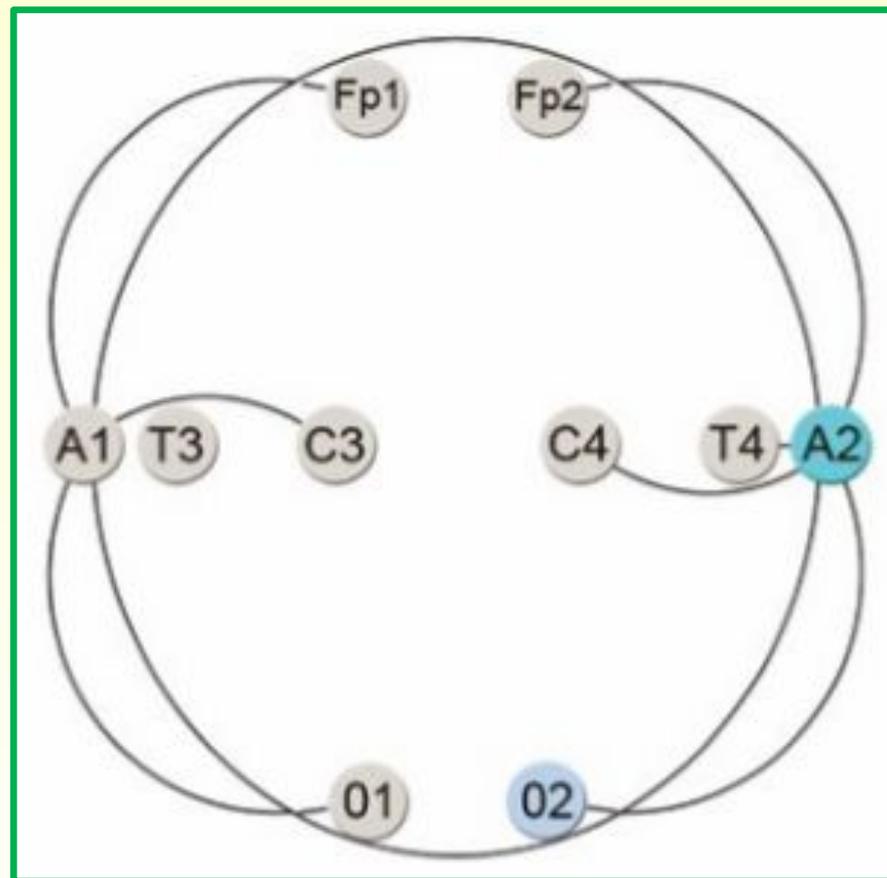
Регистрация ЭЭГ

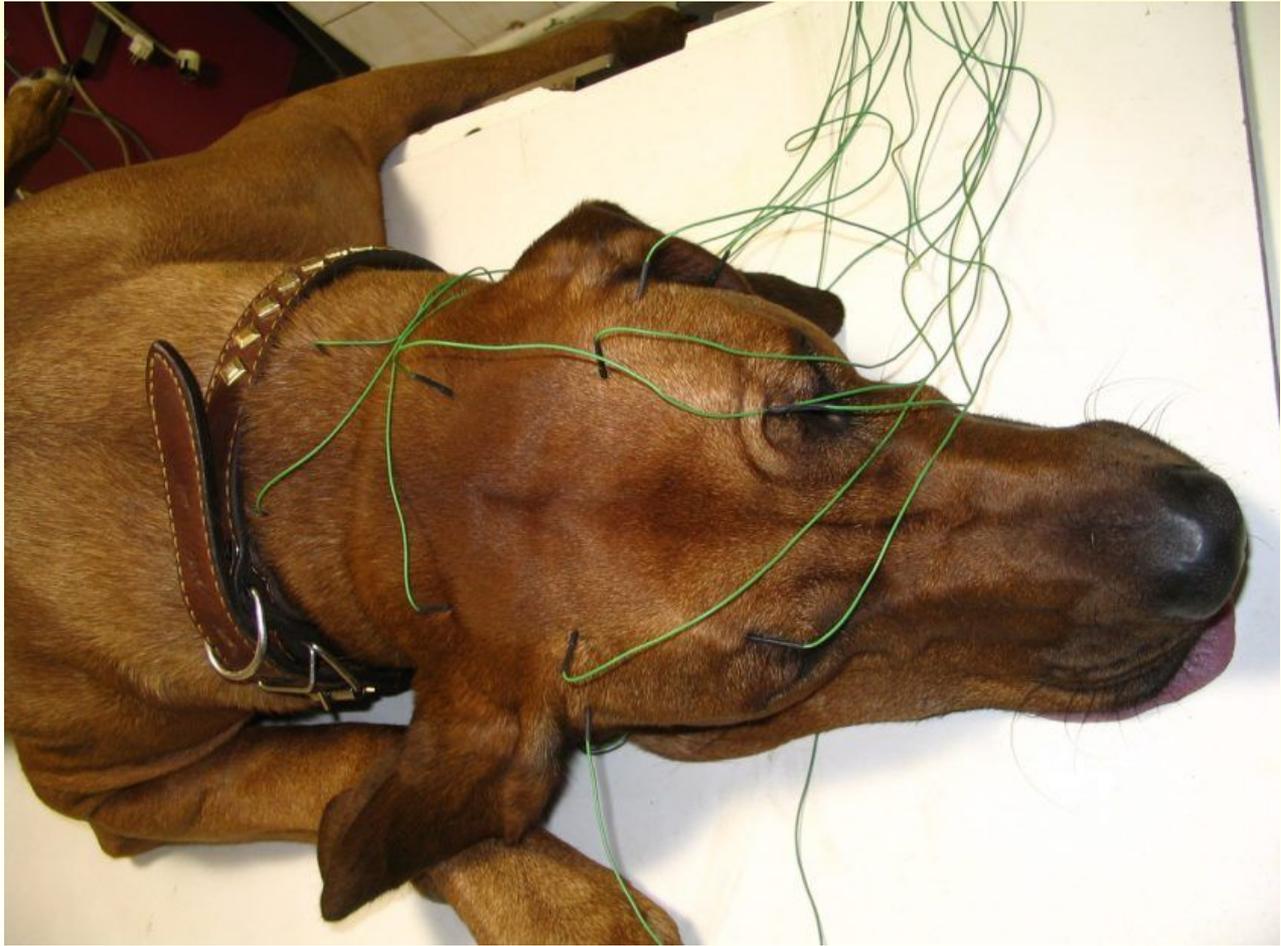


Регистрация ЭЭГ

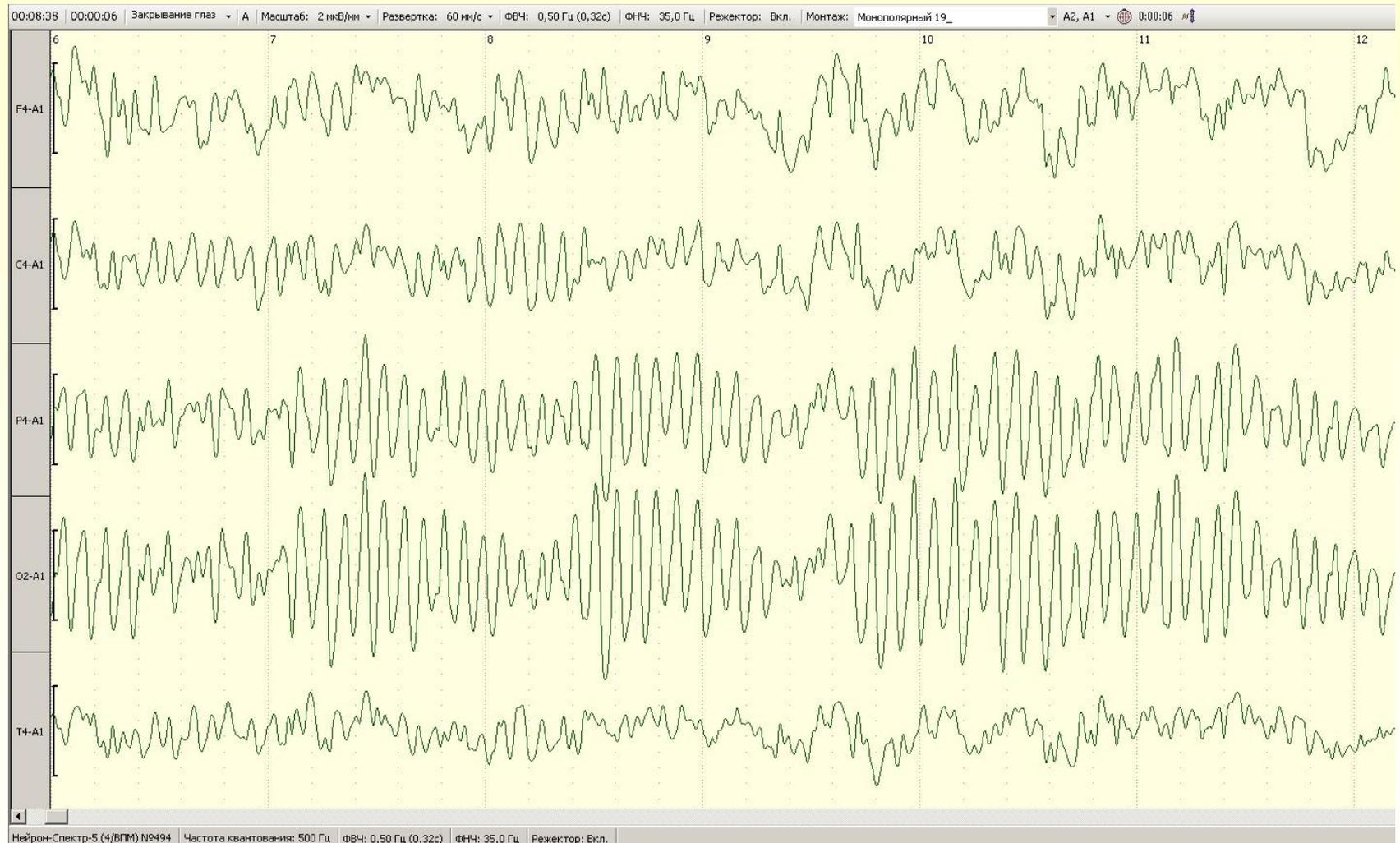


Монтаж электродов для ЖИВОТНЫХ

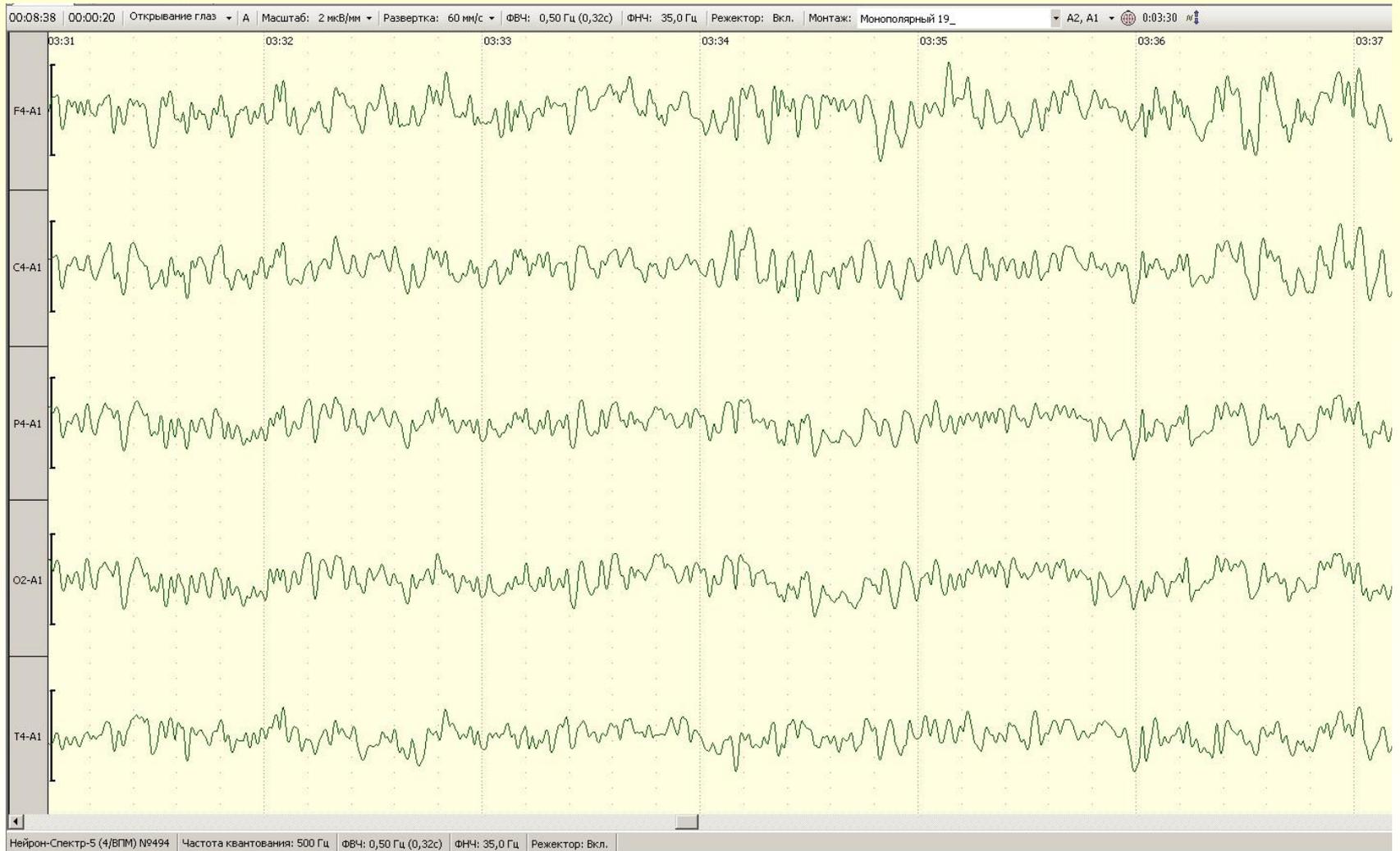




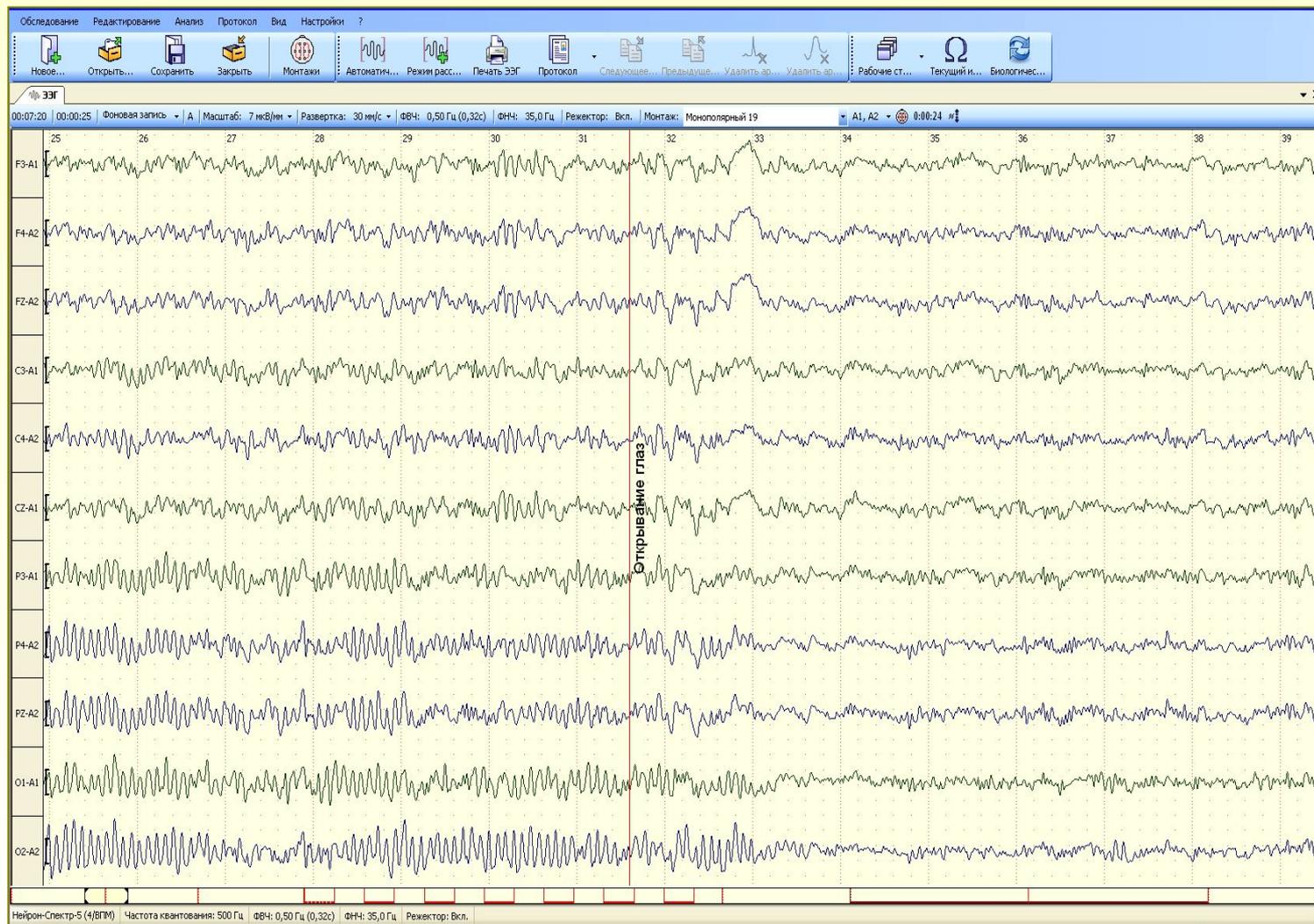
ЭЭГ закрытые глаза



ЭЭГ открытые глаза



ЭЭГ при открывании глаз



Классификация ЭЭГ

Организованный (во времени и в пространстве)

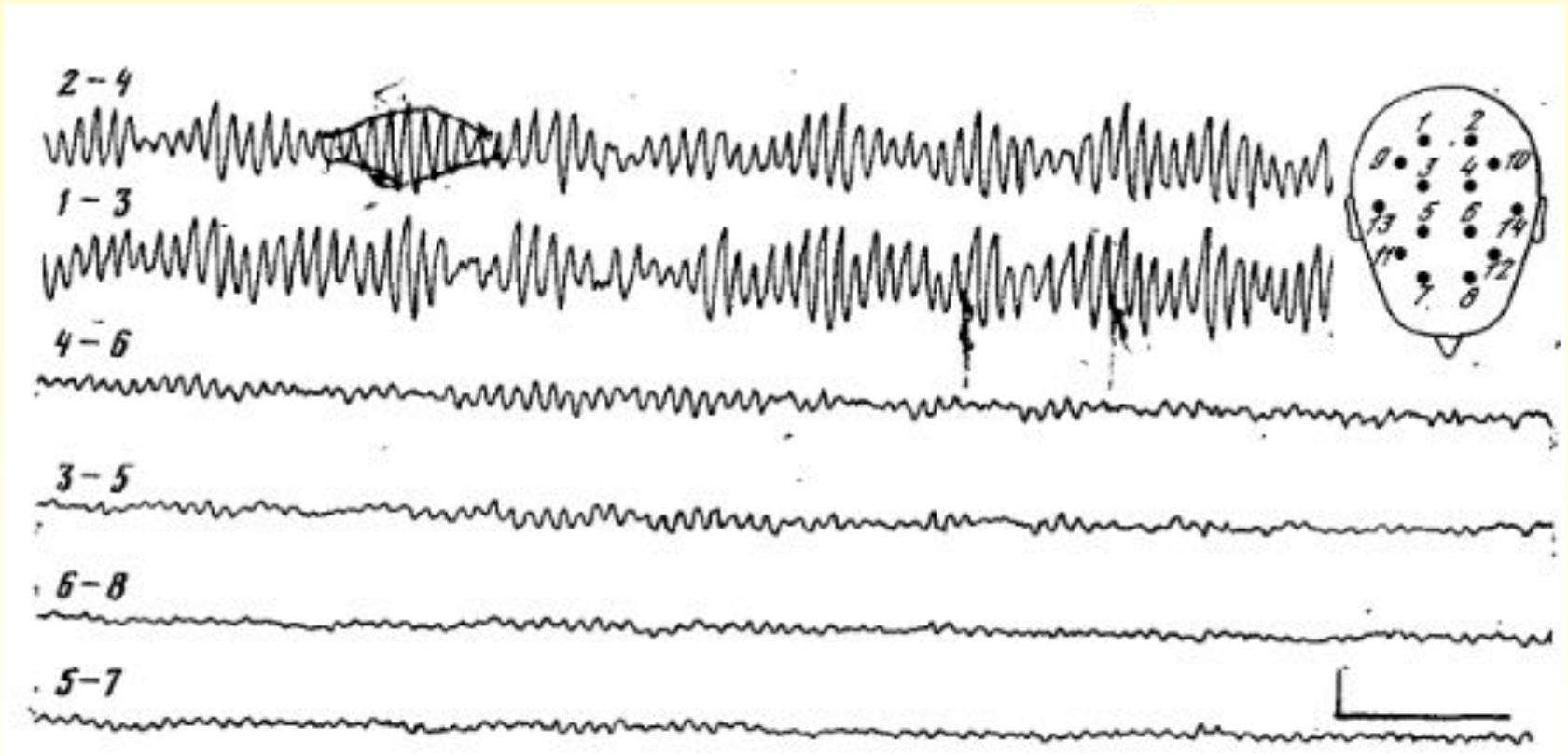
Гиперсинхронный (моноритмичный)

Десинхронный

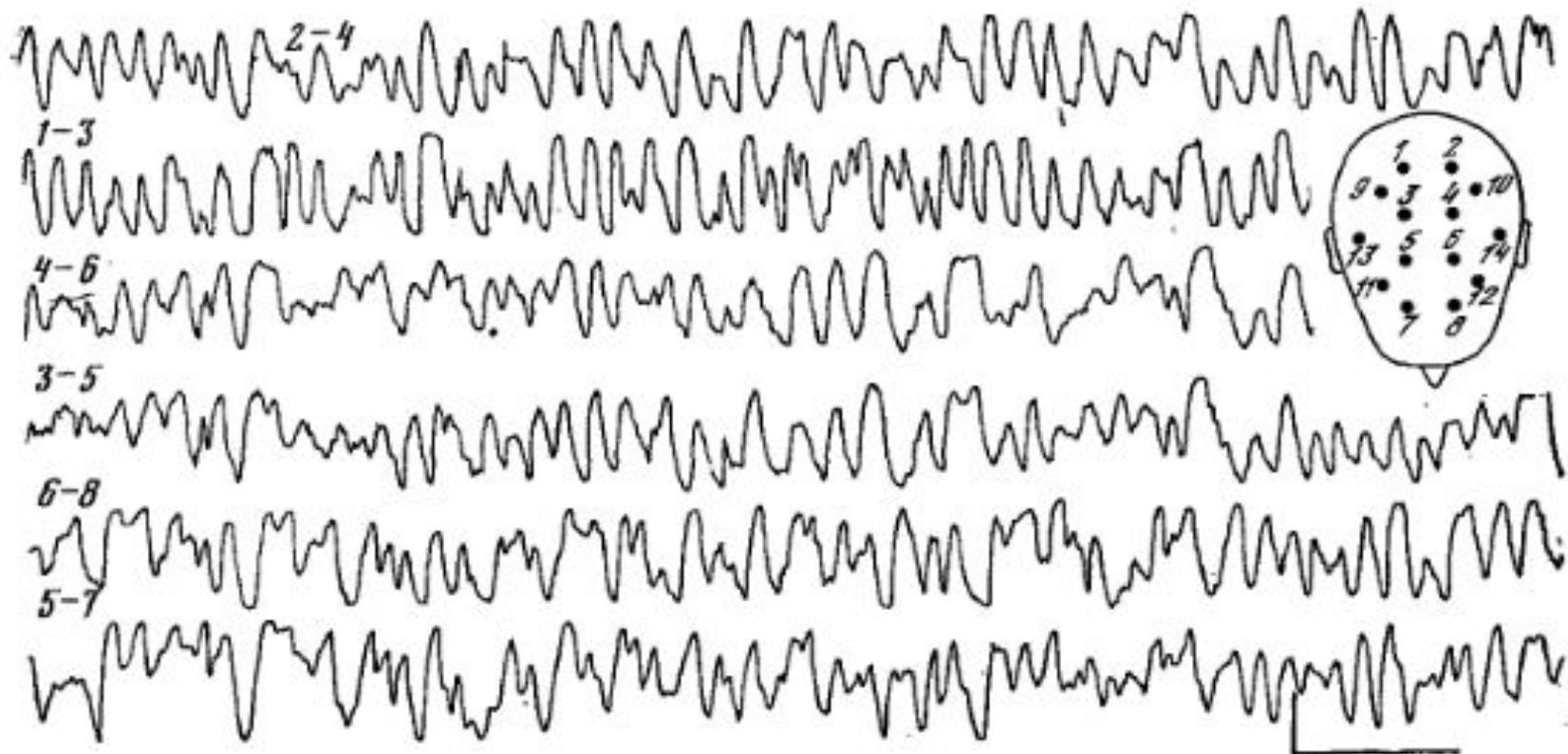
Дезорганизованный (с преобладанием альфа-активности)

Дезорганизованный (с преобладанием тэта- и дельта-активности)

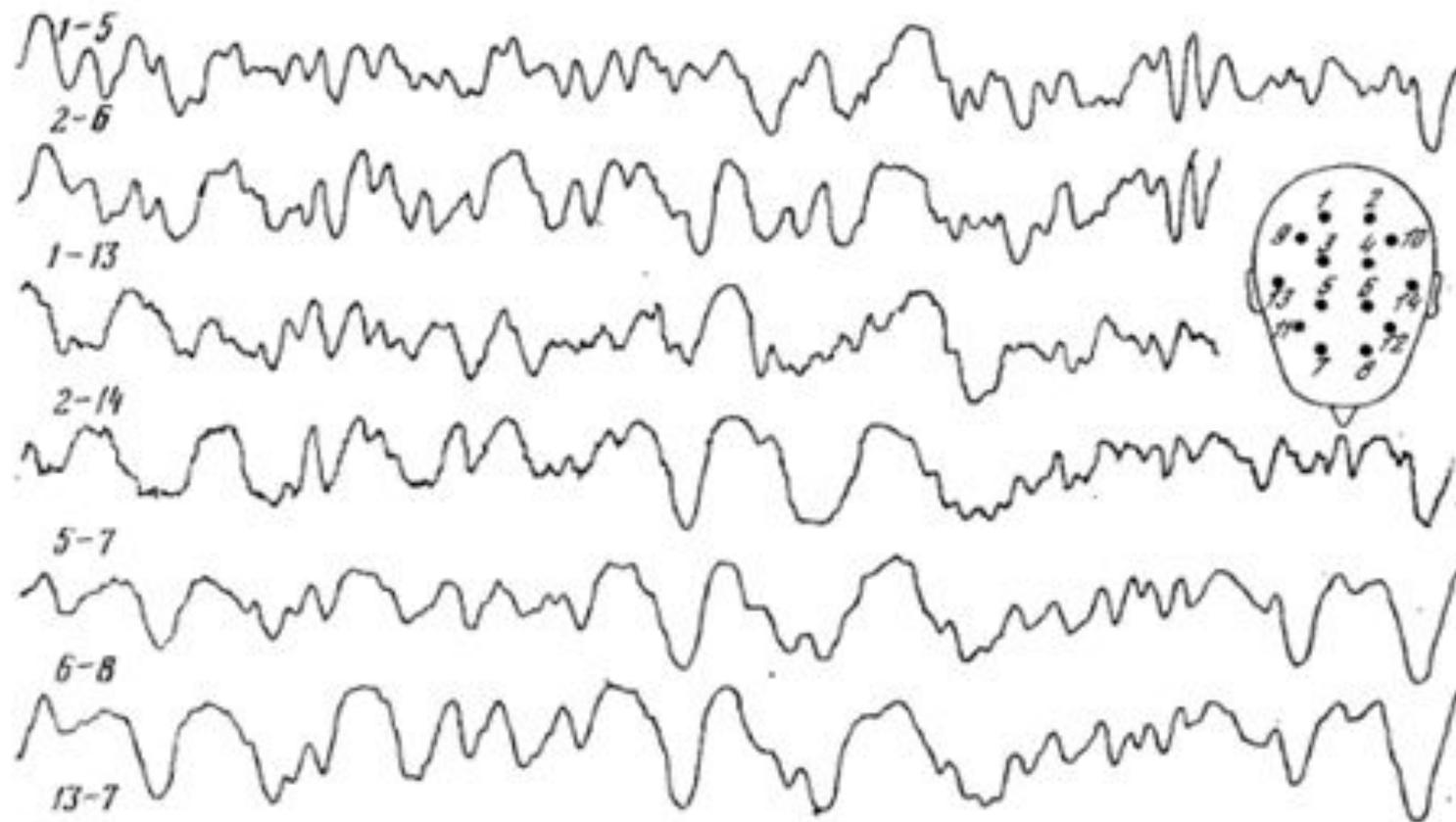
Организованный тип



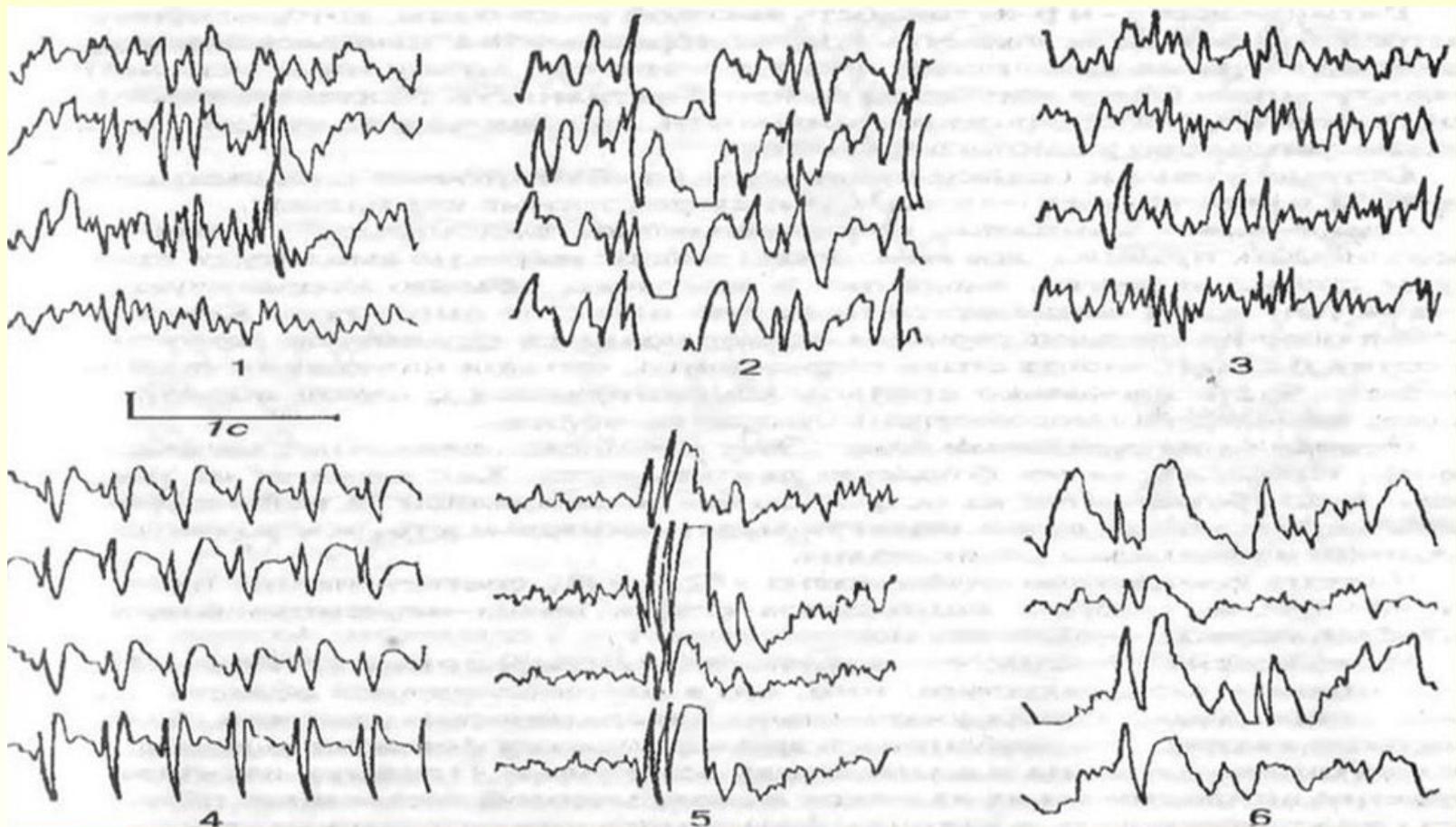
Дезорганизованный тип



Дезорганизованный тип

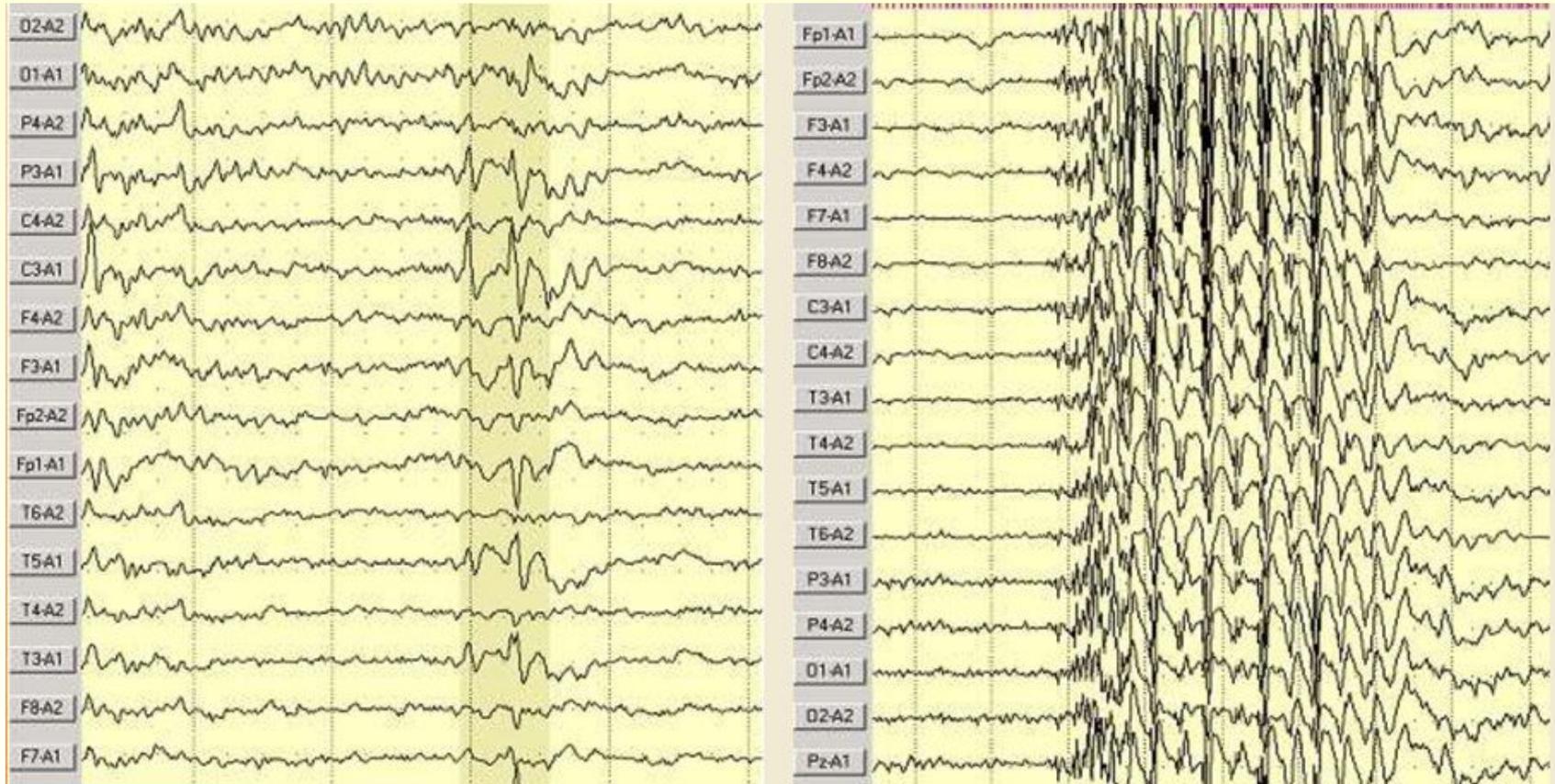


ЭПИЛЕПТИФОРМНАЯ АКТИВНОСТЬ

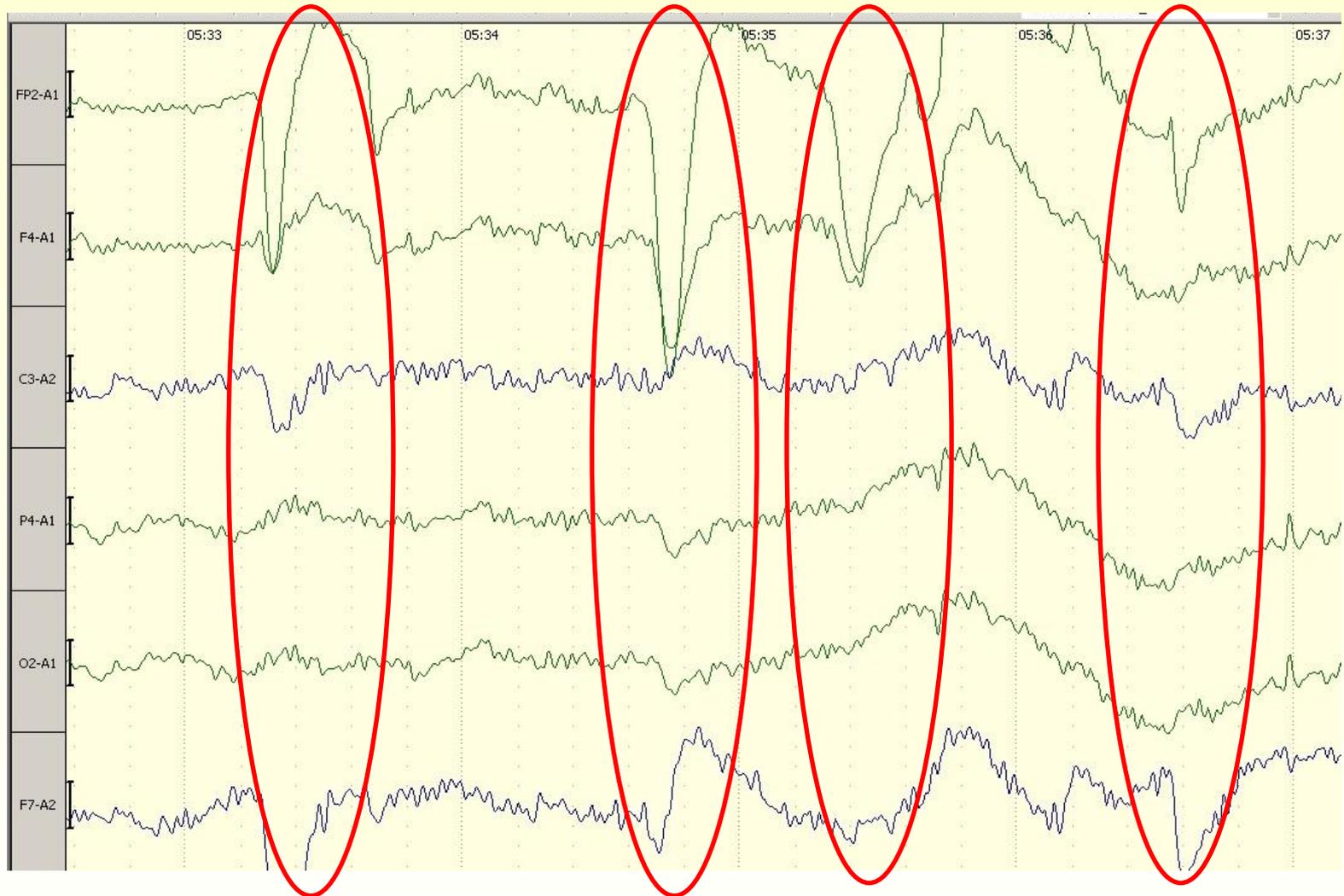


– спайки; 2 – острые волны; 3 – острые волны в полосе β ; 4 – спайк-волна; 5 – множественные спайки-волна; 6 – острая волна-медленная волна.

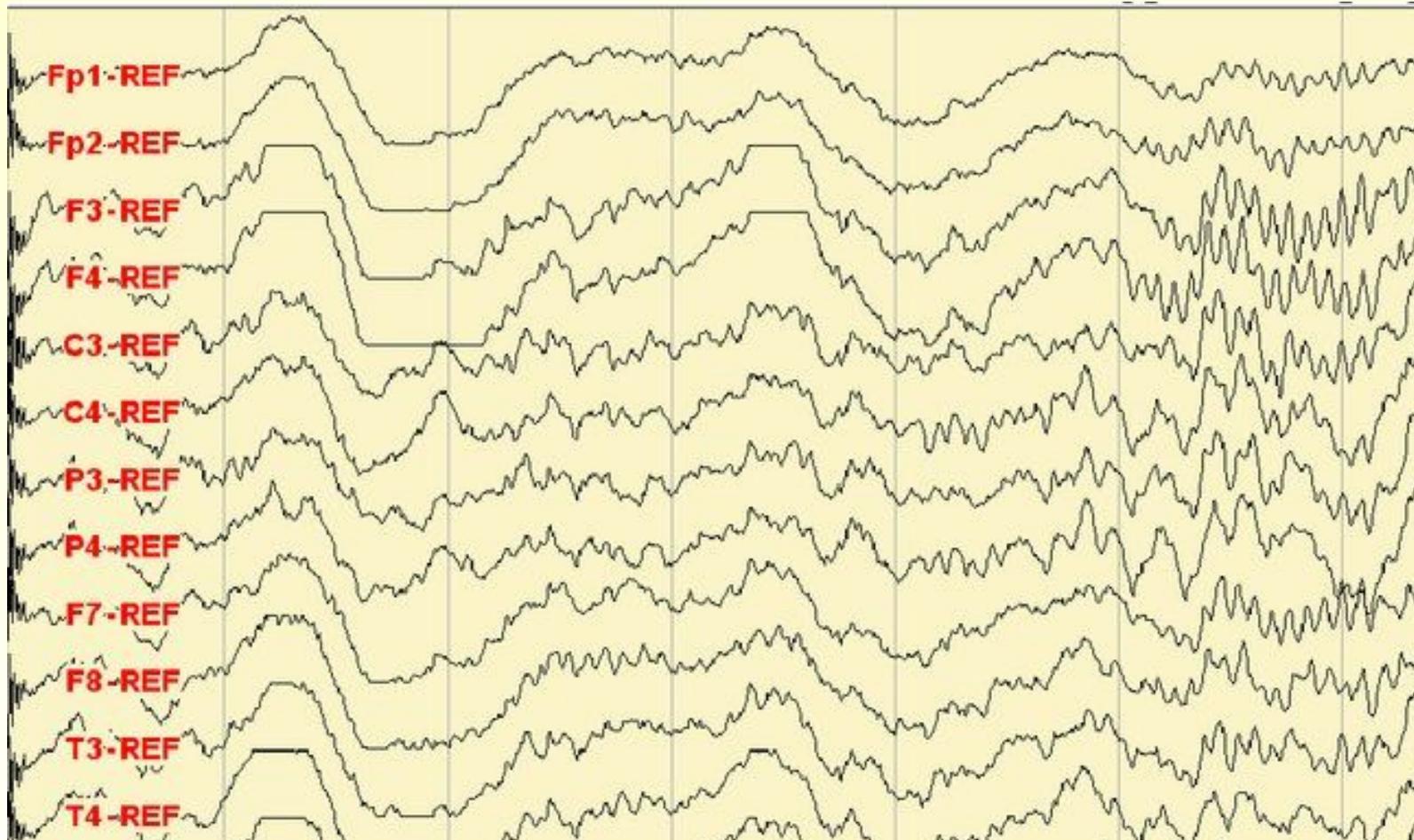
ЭПИЛЕПТИФОРМНАЯ АКТИВНОСТЬ



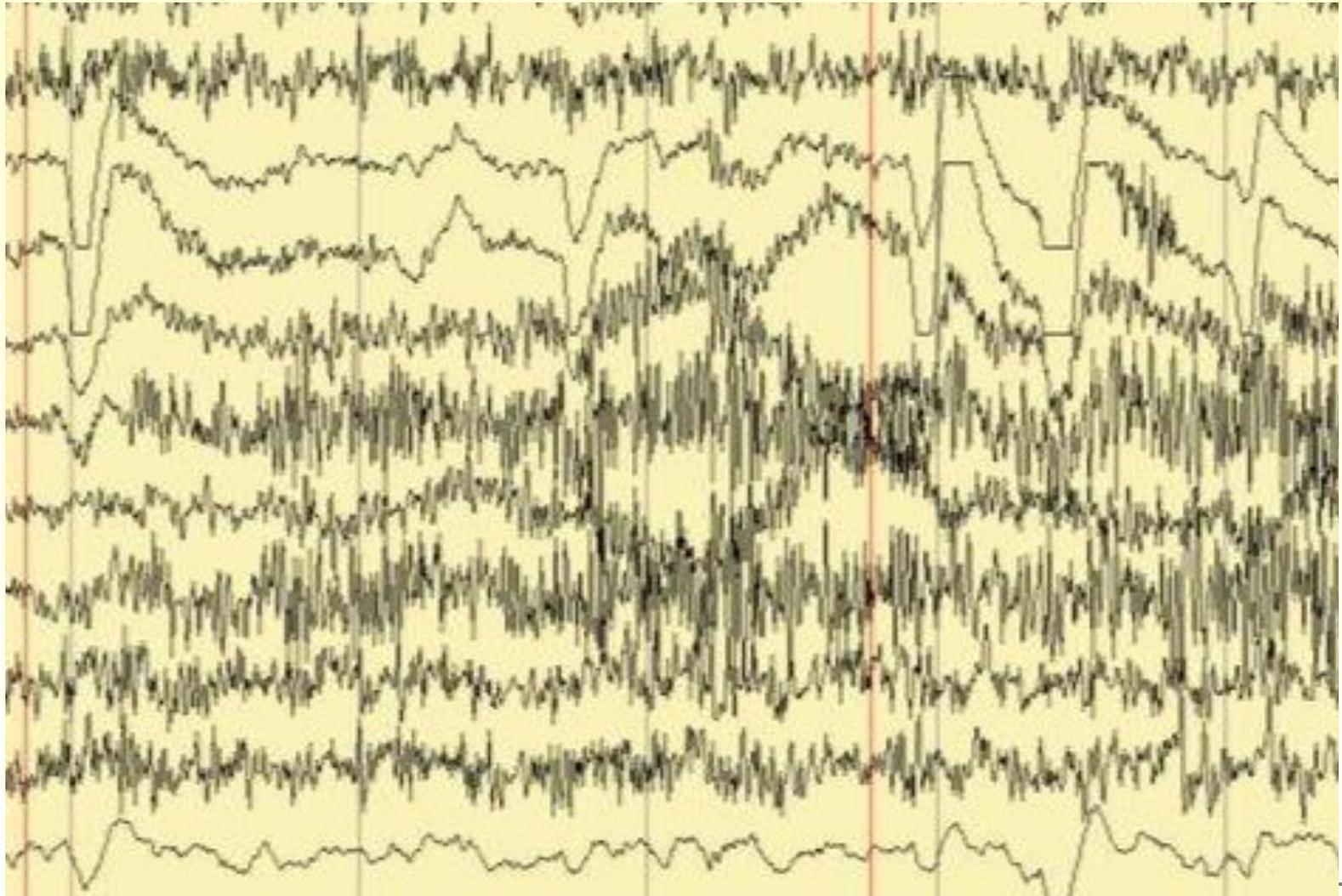
Артефакты на ЭЭГ



Артефакты на ЭЭГ

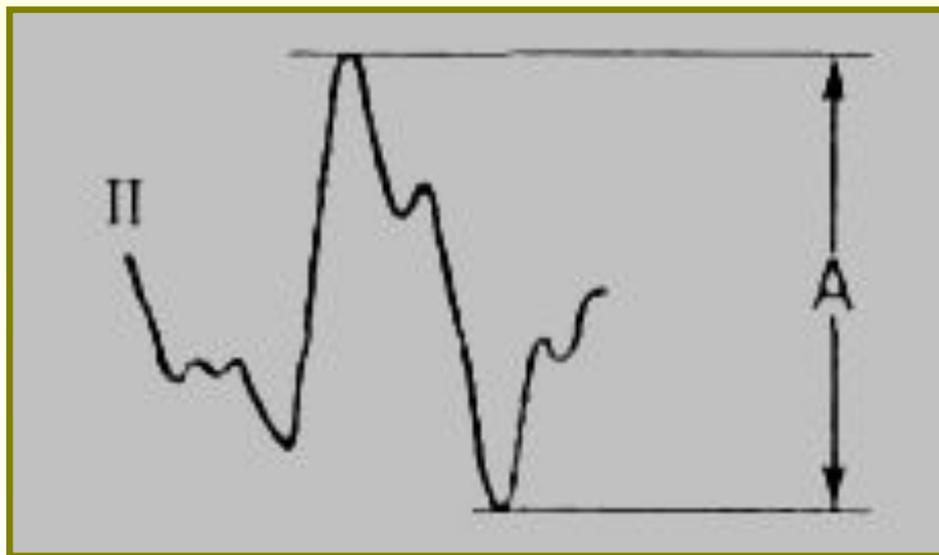


Артефакты на ЭЭГ



Анализ ЭЭГ - амплитуда

Амплитуда - размах колебаний электрического потенциала на ЭЭГ; измеряют **от пика** предшествующей волны **до пика** последующей волны в противоположной фазе, выражают в микровольтах (**мкВ**).



Анализ ЭЭГ - частота

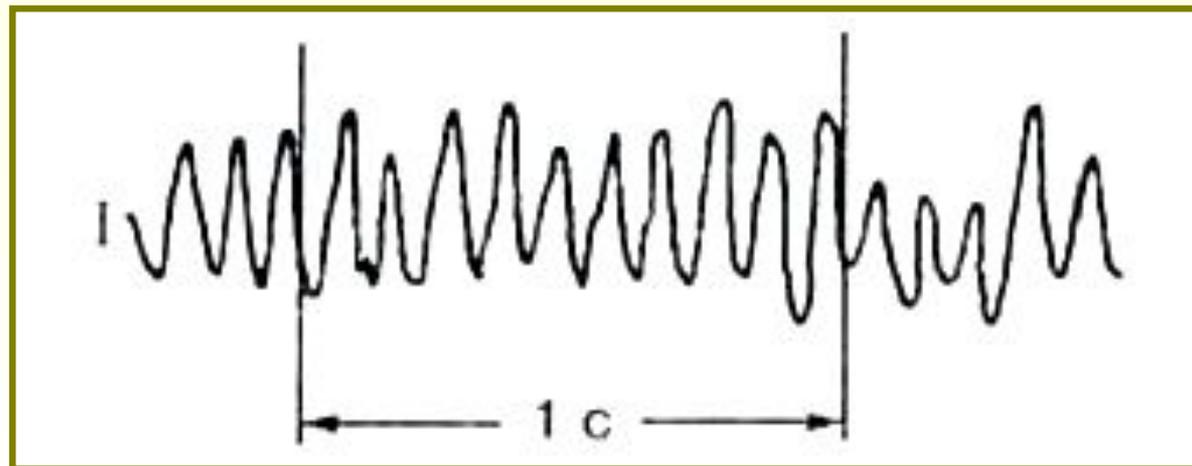
Частота определяется **количеством колебаний в секунду**; её выражают в герцах (Гц).

Дельта-ритм (< 4 Гц) - менее 4 колебаний

Тета-ритм ($4 < 8$ Гц) - от 4 до 8 колебаний

Альфа-ритм ($8-13$ Гц) - от 8 до 13 колебаний

Бета-ритм (> 13 Гц) более 13 колебаний



Анализ ЭЭГ - когерентность

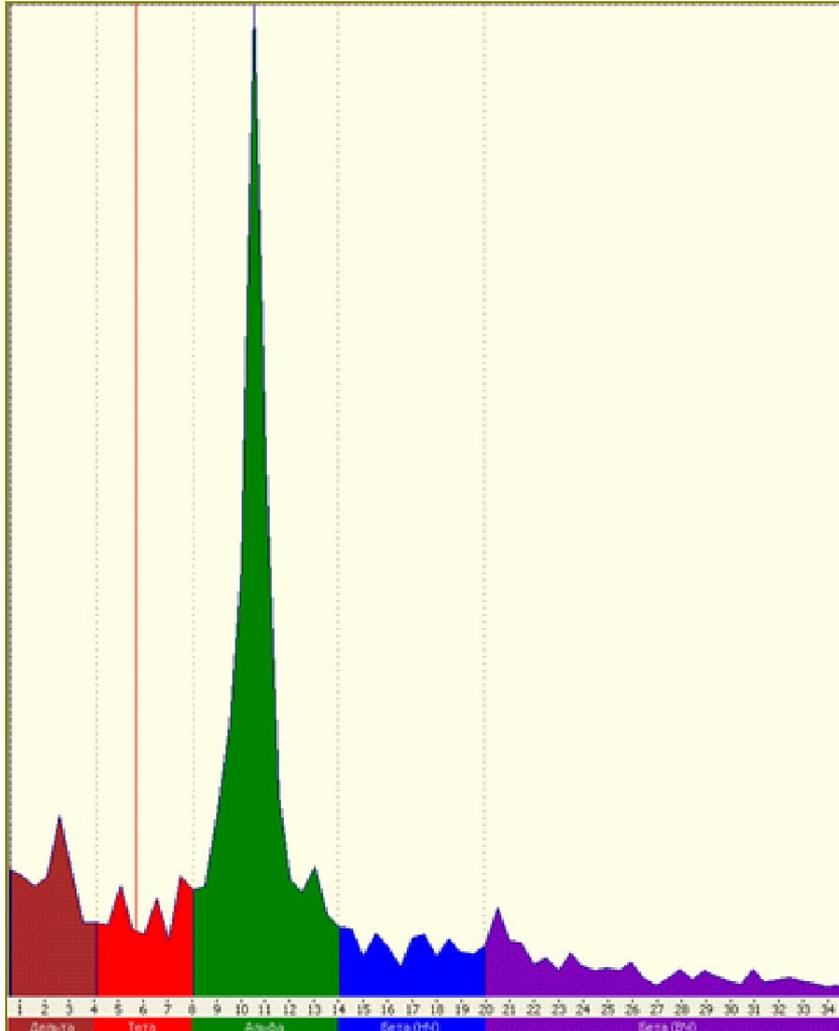
Когерентность характеризует меру **синхронности** частотных диапазонов ЭЭГ в двух различных отведениях. Когерентность изменяется в диапазоне от +1 (полностью совпадающие участки спектра) до 0 (абсолютно различные).

Анализ ЭЭГ – спектр мощности

Спектр мощности - совокупность всех значений мощности ритмических составляющих ЭЭГ, вычисляемых с определенным шагом дискретизации (в размере десятых долей Гц).

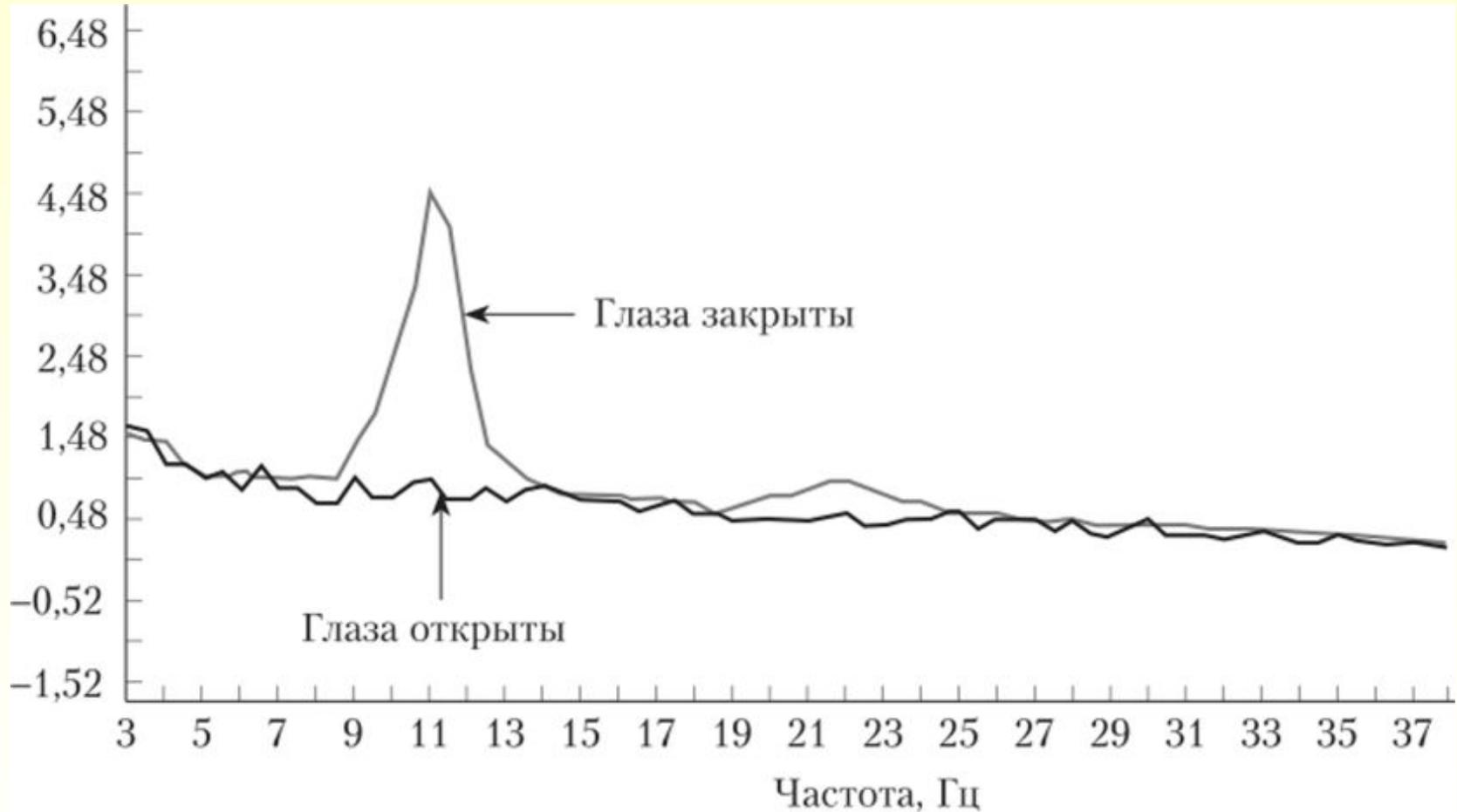
Спектры могут характеризовать **абсолютную мощность** каждой ритмической составляющей или **относительную**.

Спектр мощности ЭЭГ в затылочном отведении с закрытыми глазами

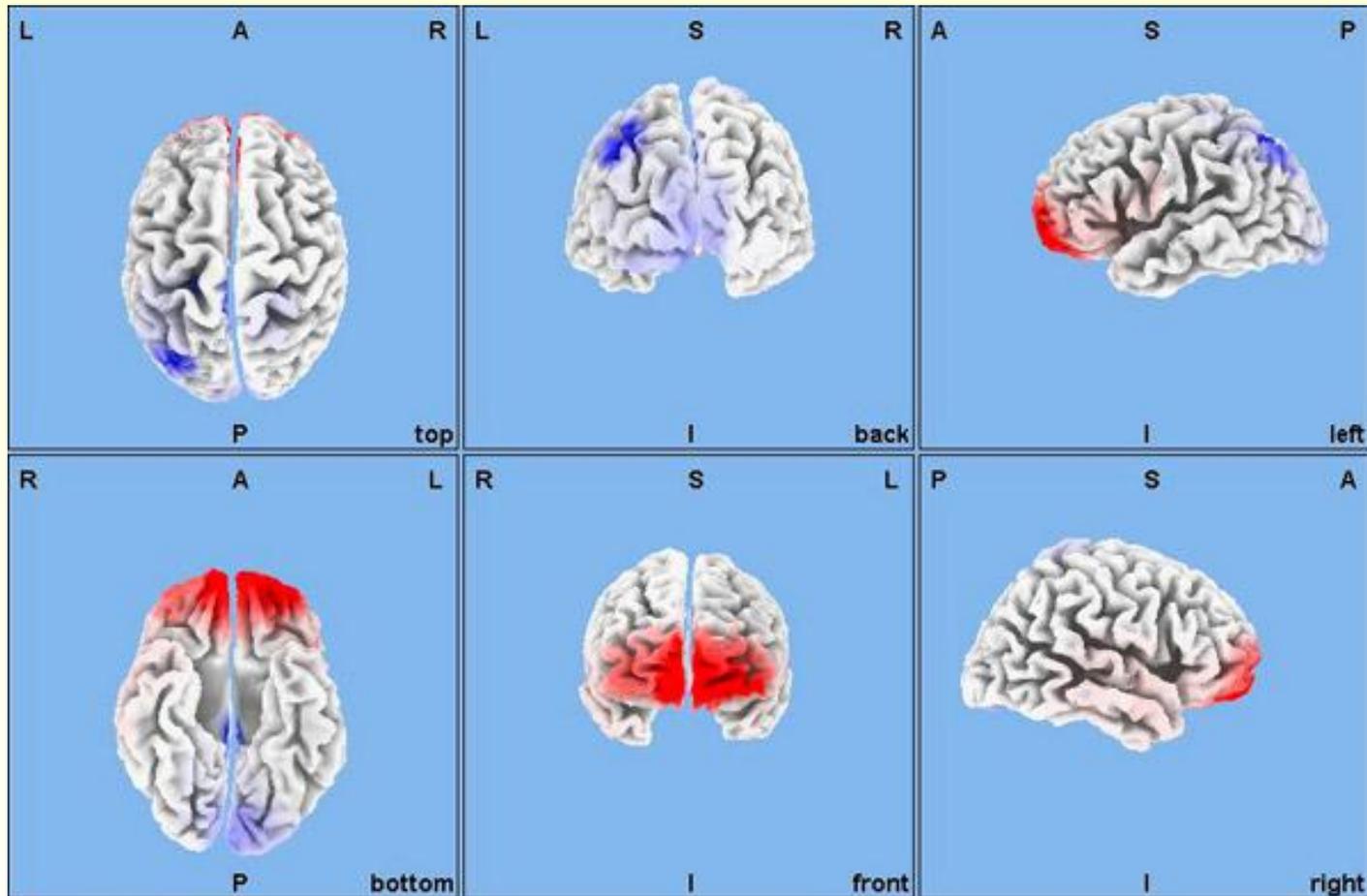


Дельта - ритм
Коричневый
Тета - ритм
Красный
Альфа - ритм
Зеленый
Бета1- ритм
Синий
Бета2 - ритм
Фиолетовый

Спектр мощности ЭЭГ с закрытыми и открытыми глазами



Томография низкого разрешения LORETA



LORETA-KEY

L:left, R:right, A:anterior, P:posterior, S:superior, I:inferior

Происхождение ЭЭГ

Нейроны головного мозга являются источниками **электрического тока**.

Электрические токи разных нейронов **суммируются**. Суммарный ток на поверхности головы неоднороден.

Между двумя электродами на поверхности головы регистрируется **напряжение** – ЭЭГ измеряемое в **микровольтах**.

Электроэнцефалограмма – отражает **суммарную синхронную** активность нейронов мозга.

Происхождение ЭЭГ

Регистрируемая над
конвекситальной поверхностью
поверхностью ЭЭГ составляют два
типа электрических явления:

Спайковая активность и
Медленноволновая активность

Происхождение ЭЭГ

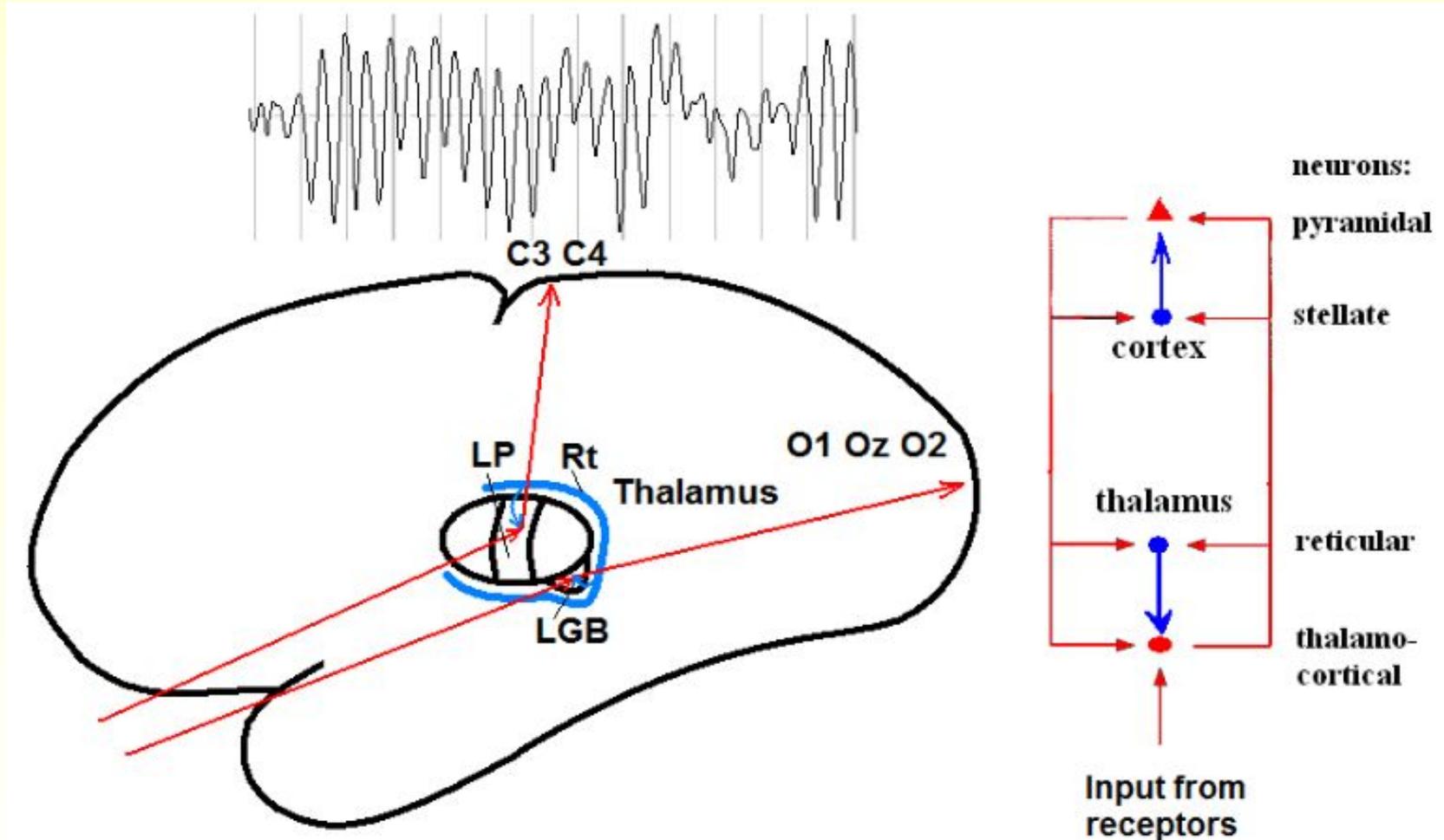
Спайковая активность связанная с генерацией ПД. На ЭЭГ спайки имеют высокую амплитуду (50-125 мВ), и небольшую длительность (1-2 мс).

Происхождение ЭЭГ

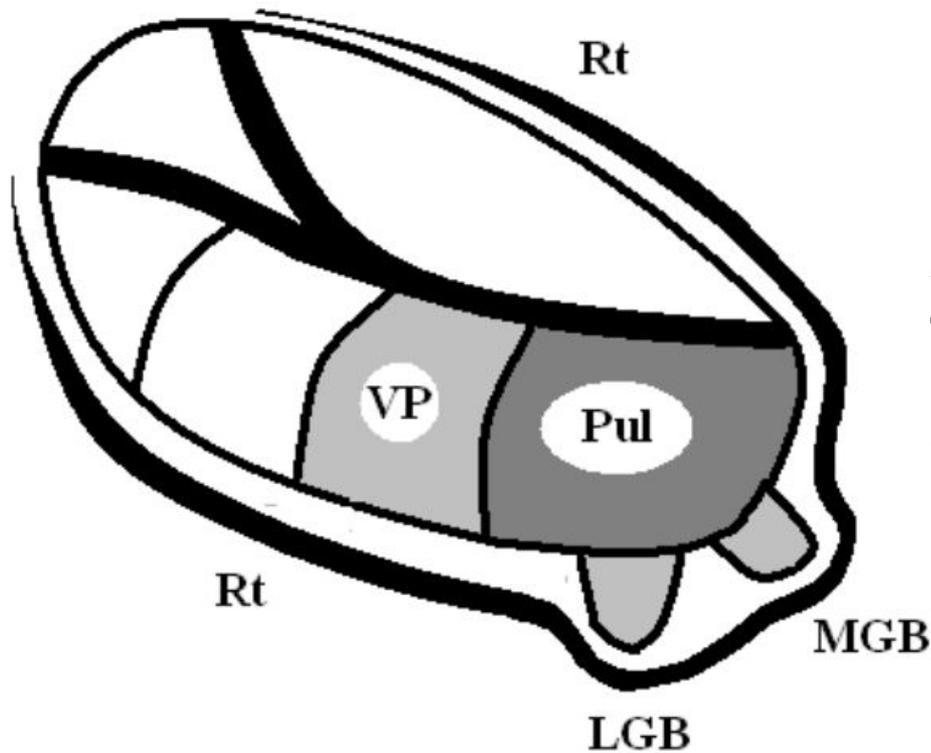
Медленноволновая активность

связанная с постсинаптическими потенциалами (ПСП) вызываемая. Эти потенциалы отличаются меньшей амплитудой (до 20-40 мВ) и большой длительностью (20-50 мс). В основном электрическая активность мозга отображает градуальные колебания соматодендритных потенциалов, соответствующих ВПСП и ТПСП.

Происхождение ЭЭГ. Альфа активность.



Происхождение ЭЭГ. Альфа активность. Ядра таламуса.



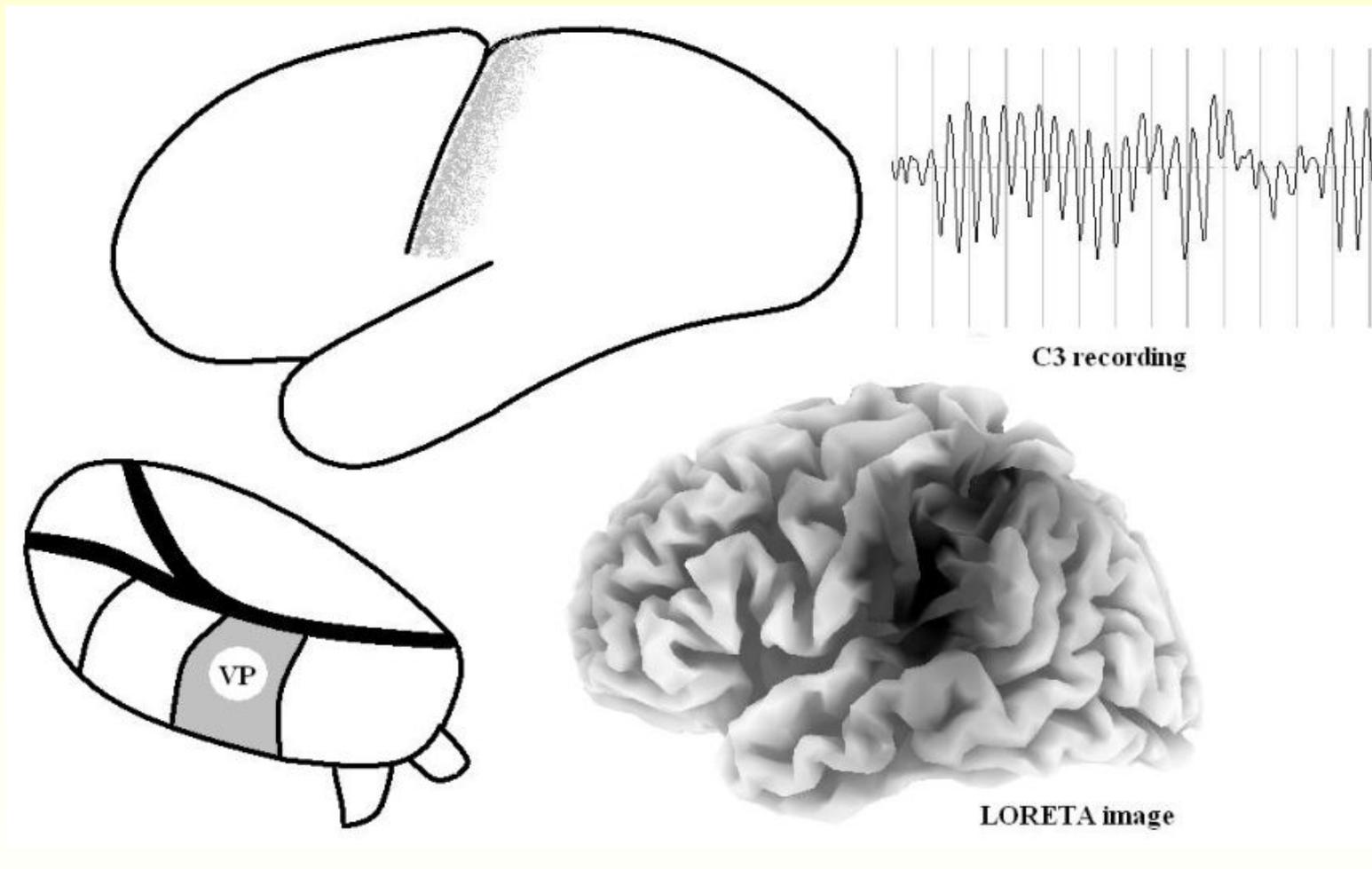
Вентральное заднее ядро – VP

Ядра подушки – Pul

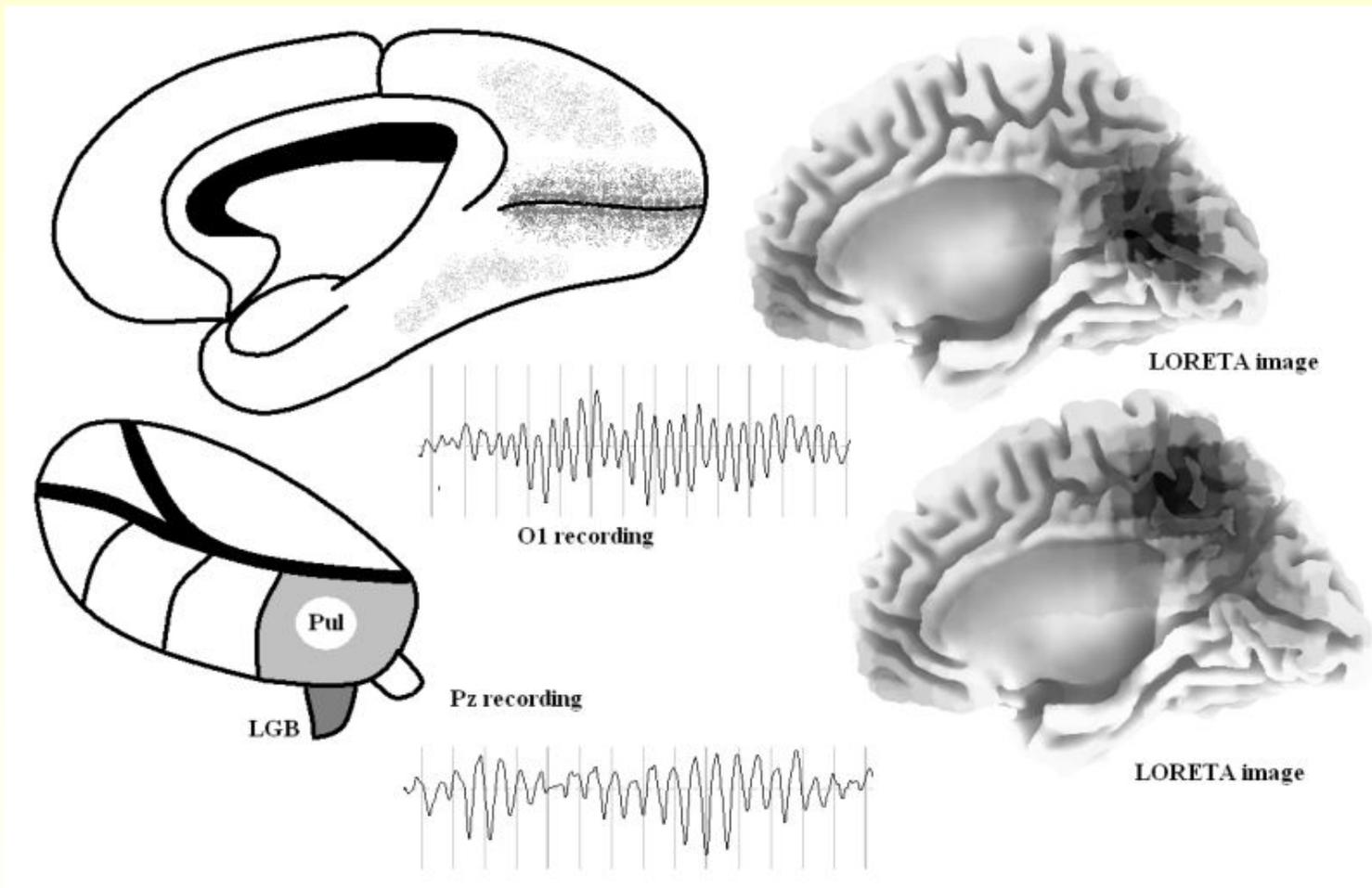
Латеральное коленчатое тело – LGB

Медиальное коленчатое тело - MGB

Происхождение ЭЭГ. Генерация мю-ритма.



Происхождение ЭЭГ. Генерация теменного альфа-ритма.



Отсутствие альфа-ритма у слепых

Исследования ЭЭГ слепых и слабо-видящих выявили прямую, зависимость альфа-ритма от остроты зрения.

При врожденной или многолетней слепоты, или сохранности только светоощущения альфа-ритм на ЭЭГ отсутствует или наблюдается резкое снижение амплитуды ЭЭГ.

Тета ритм

Тета активность имеет кортико-либическое происхождение.

Мощность и синхронность тета осцилляций увеличивается в **ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ** у ЖИВОТНЫХ.

У людей предъявление эмоционально значимых стимулов сопровождается увеличением мощности тета ритма.

Характеристика частотных диапазонов ЭЭГ

Дельта ритм - в норме характерен для 4 стадии медленноволнового сна. В бодрствовании наблюдается у детей до 2 лет. Это самая высокоамплитудная активность для сна. В бодрствовании дельта активность локализована в лобных отведениях и обычно усиливается при патологических процессах (например, при головной боли).

Характеристика частотных диапазонов ЭЭГ

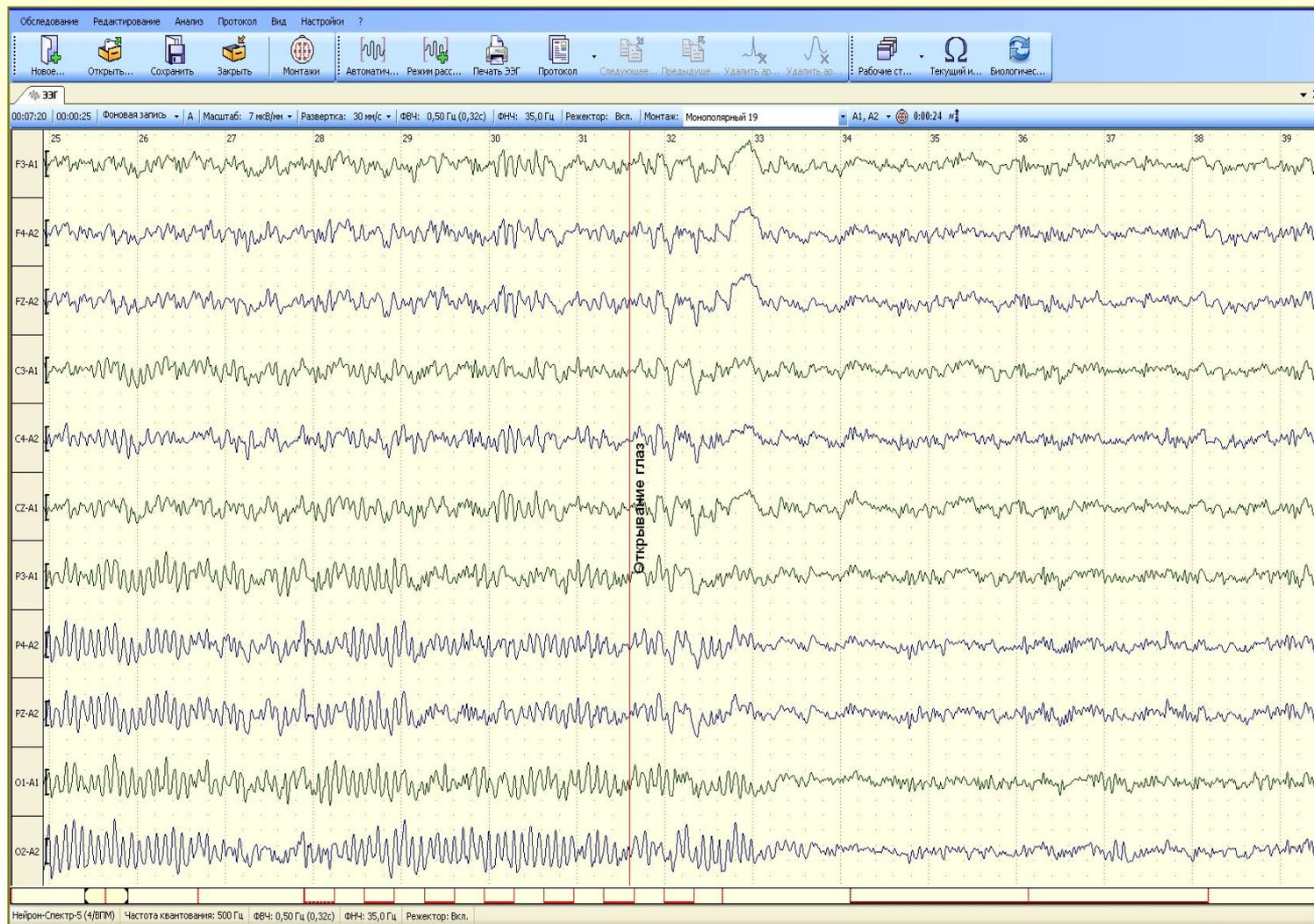
Тета ритм - в норме характерен для 3 стадии медленноволнового сна. Тета активность усиливается при засыпании. В бодрствовании наблюдается у детей до 4 лет. Тета активность в бодрствовании локализована в лобно-центральных отведениях и усиливается при эмоциональном напряжении.

Характеристика частотных диапазонов ЭЭГ

Альфа ритм характерен для спокойного бодрствования. Наиболее выражен в затылочно-теменных отведениях. Это самая высоко-амплитудная активность для бодрствования.

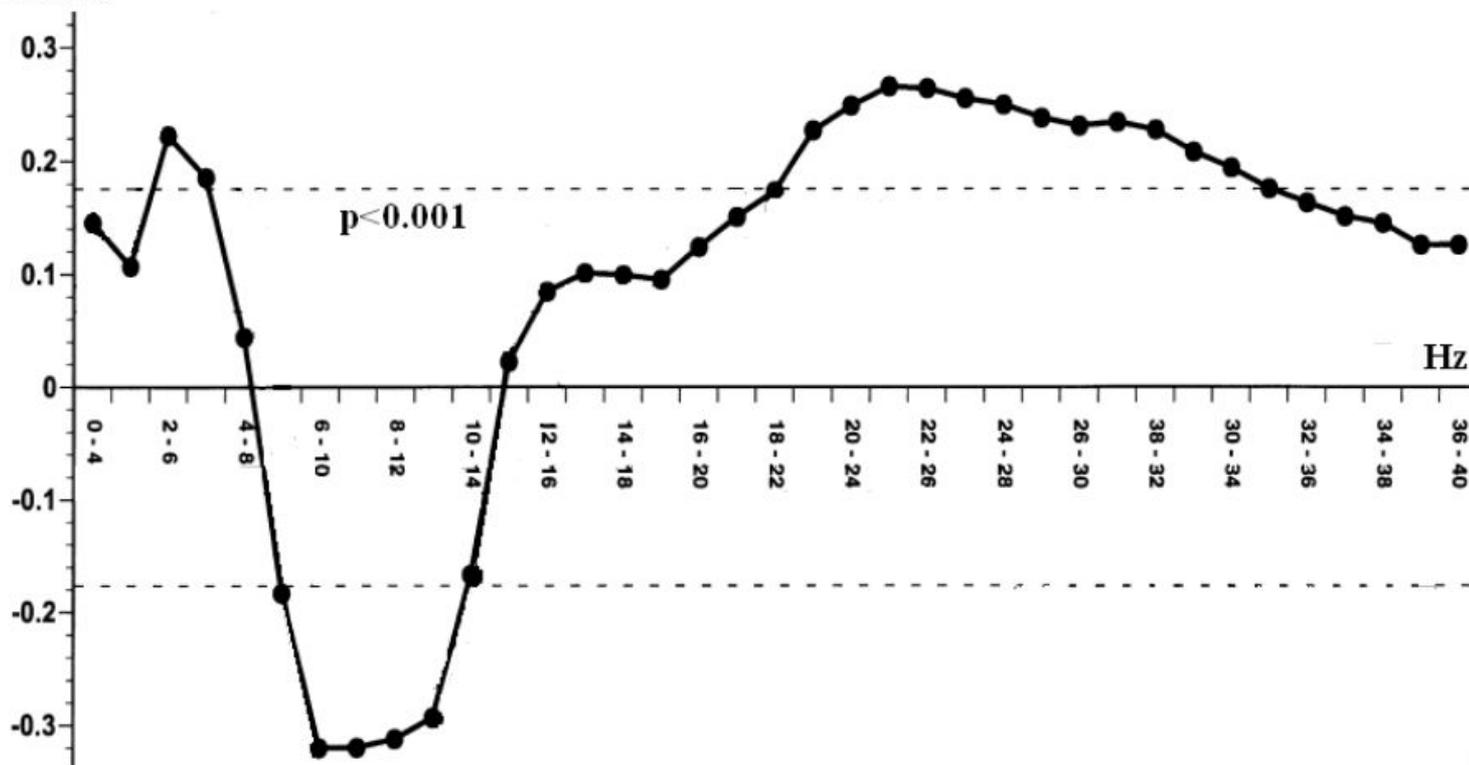
Альфа активность усиливается при закрывании глаз, релаксации, визуализации. Усиление альфа активности при закрывании глаз называется **реакцией синхронизации**.

ЭЭГ при открывании глаз



Соотношение ЭЭГ-ритмов с метаболической активностью мозга

partial
correlation



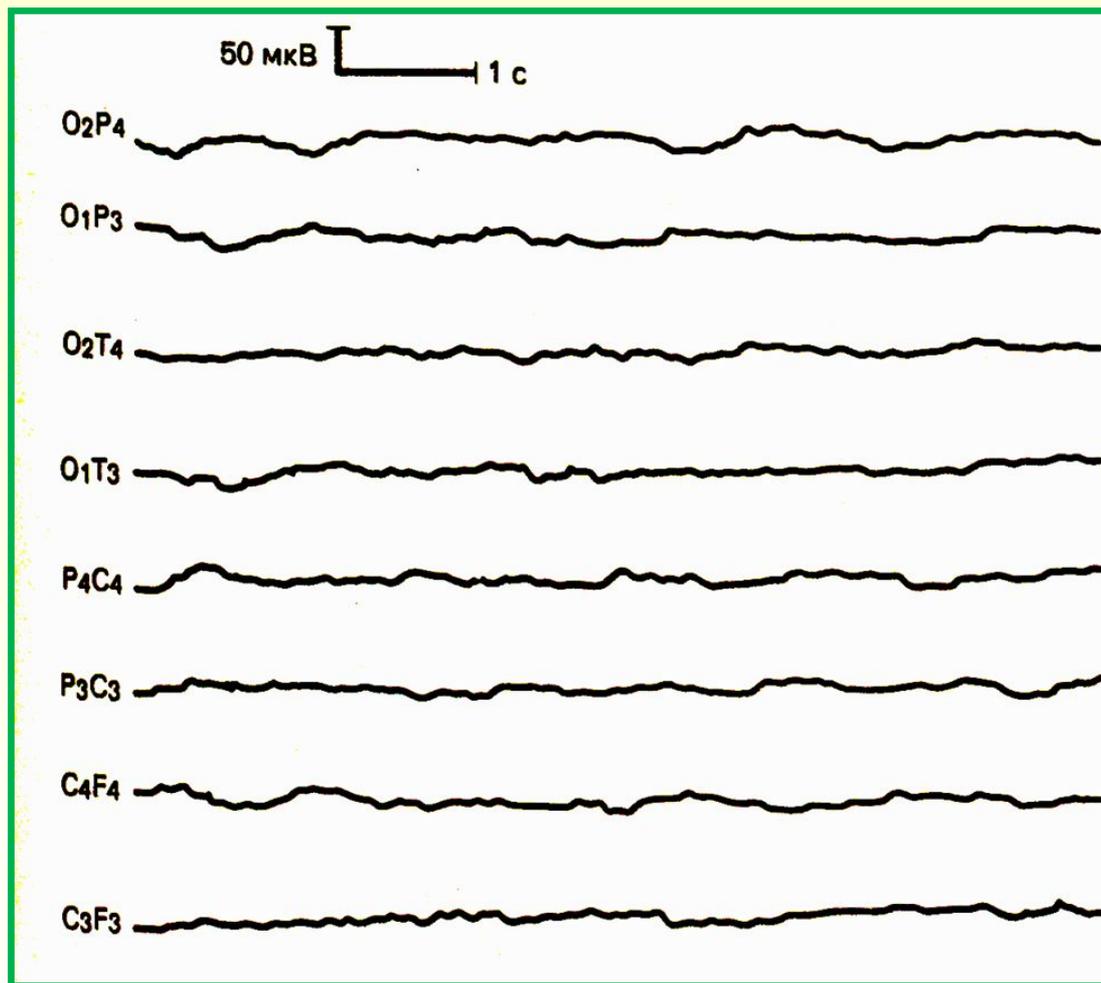
Характеристика частотных диапазонов ЭЭГ

Мю ритм с частотой альфа ритму регистрируется над центральными отделами. Характерным отличием мю ритма является реакция десинхронизация при двигательных актах (например при сжимании кисти).

Характеристика частотных диапазонов ЭЭГ

Бета активность характерна для активного бодрствования. В покое наиболее выражена в лобных и височных отведениях. Усиливается при обработке новой информации, операциях в уме, действиях требующих концентрации внимания. Амплитуда в норме не превышает 7 мкВ.

ЭЭГ в онтогенезе. ЭЭГ новорожденных.



ЭЭГ новорожденных

1. В состоянии бодрствования ЭЭГ полиморфная с низкой амплитудой (частота 1 – 3 Гц, амплитуда 10 – 20 мкВ).
2. В состоянии сна – частота от 2-3 до 5-6 Гц. Амплитуда до 200 мкВ.

ЭЭГ в онтогенезе. 3 месяца.

□ 1



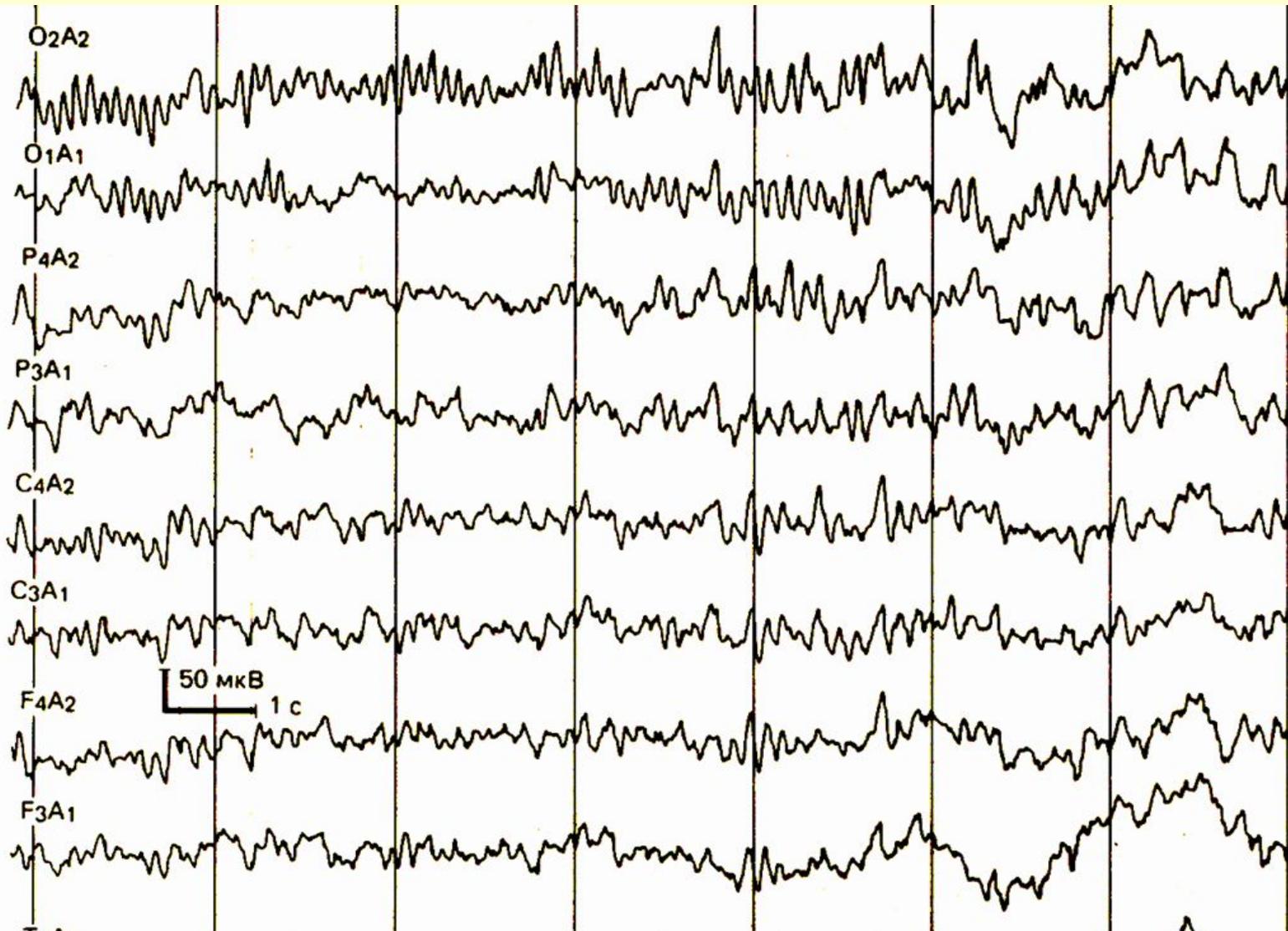
ЭЭГ в онтогенезе 3 месяца

1. Увеличение амплитуды ЭЭГ, частота 4 –6 Гц, амплитуда 50 мкВ.
2. Ритмическая активность смещается в затылочную область.
3. Ритмическая активность нестабильна и полимофна.

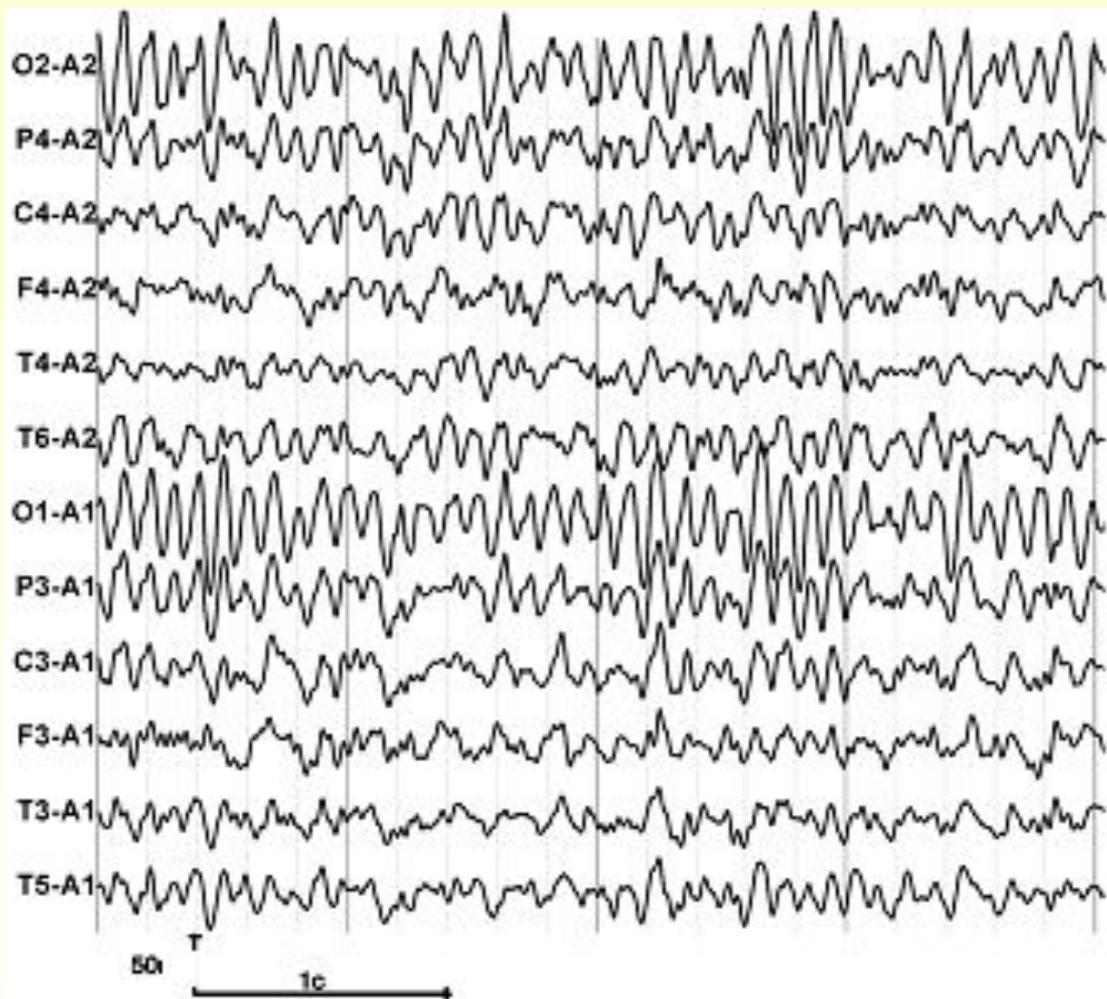
ЭЭГ детей 1 – 3 лет

1. Частота альфа – ритма в затылочных областях коры 6 – 9 Гц.
2. Амплитуда альфа – ритма преобладает в правом полушарии.
3. Альфа волны сочетаются с более медленными тета и дельта волнами, особенно в центральных отделах полушарий.
4. Высокоамплитудные тета – волны в центральных областях.

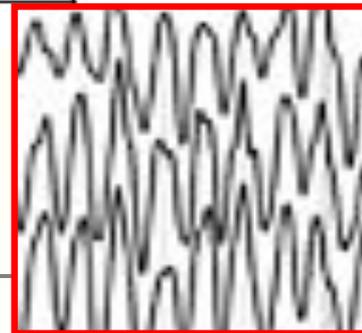
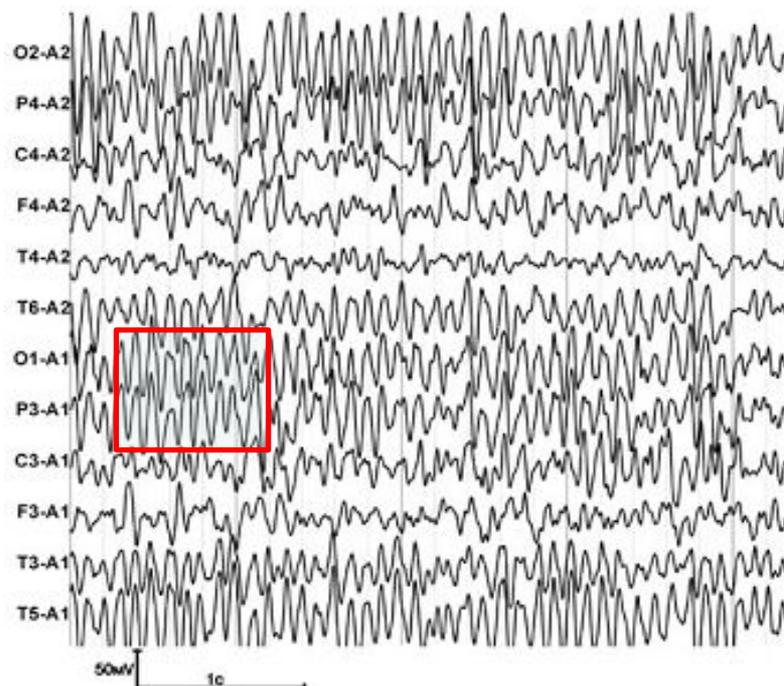
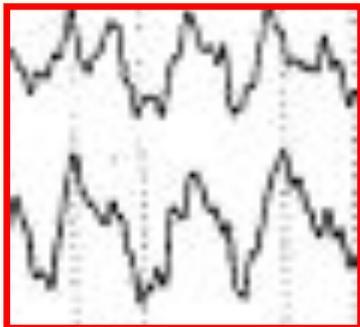
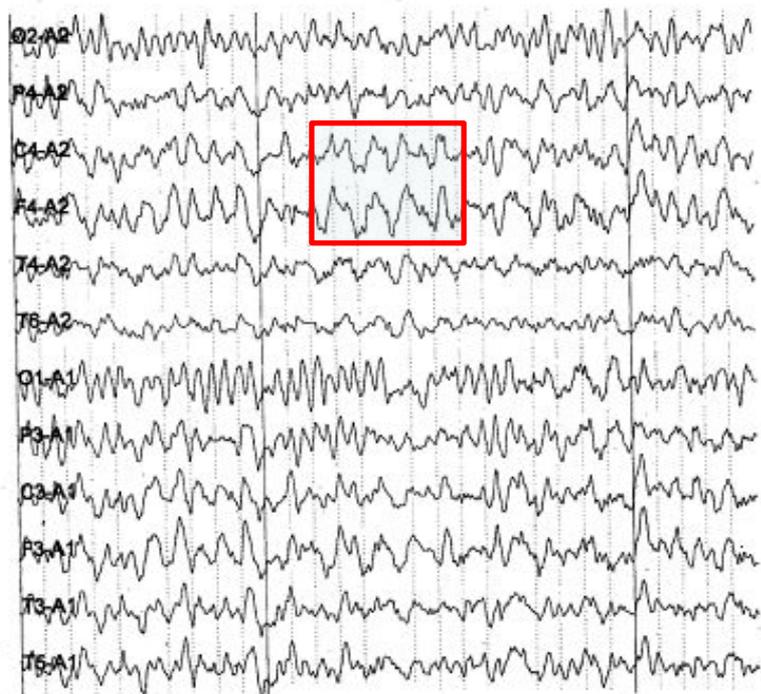
1 ГОД



ЭЭГ 7-8 лет - норма



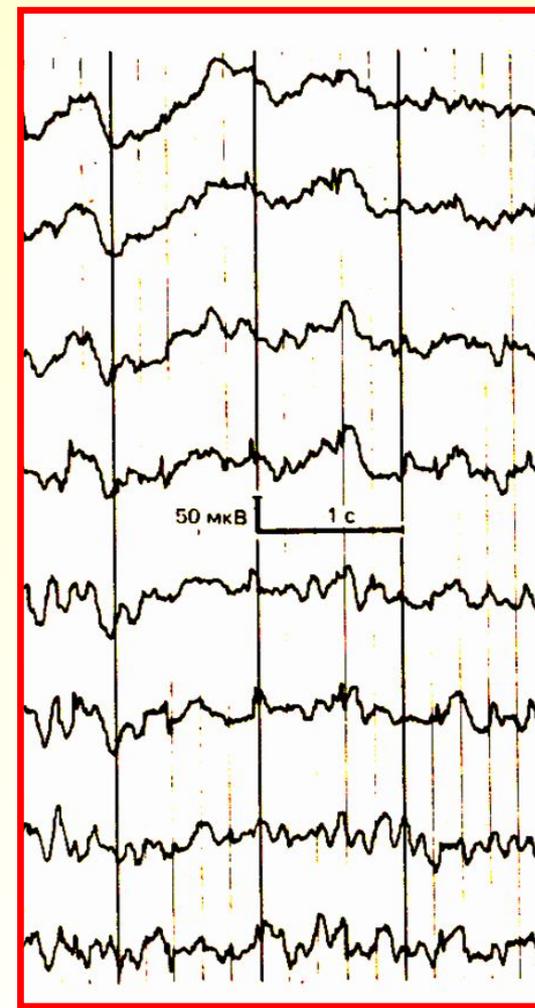
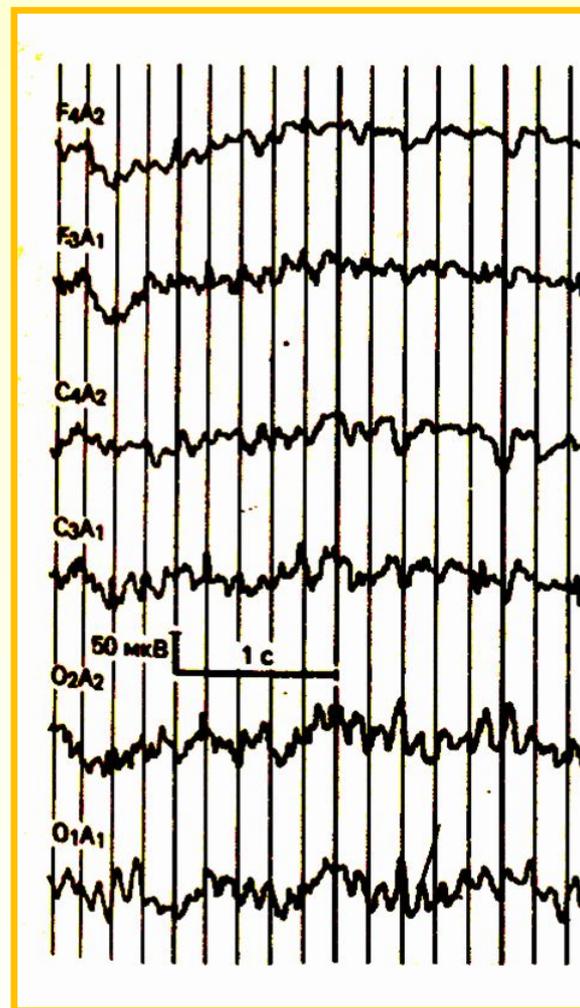
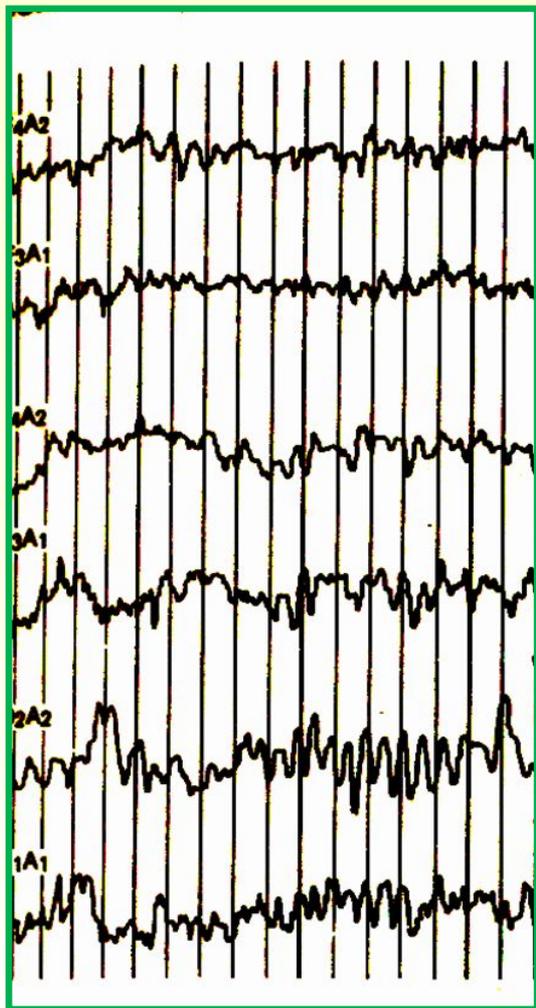
ЭЭГ 7-8 лет - нарушения созревания мозга



ЭЭГ 4 – 6 лет

1. ЭЭГ с **выраженным** альфа ритмом частотой **6,5 – 9,5 Гц – 18 %**.
2. **Сочетание альфа** ритма с медленной активностью (**тета** - диапазон), регистрирующейся в **передних** областях – **40 %**.
3. **Полиморфная кривая**, в которой единичные альфа колебания сочетаются с **преобладающими медленными волнами** тета и дельта диапазона – **33 %**.

4 – 6 лет



ЭЭГ у детей 7 – 9 летнего возраста

1. Учащение альфа ритма до 7,5 – 10,5 Гц. Амплитуда 30 – 100 мкВ. Регулярный характер.
2. В центральных областях коры формируется мю – ритм, блокирующийся на проприоцептивные раздражения.
3. Характерны 3 типа ЭЭГ, представленных в более раннем возрасте с более быстрым альфа ритмом.