

Методы ФД деятельности головного мозга



Основные

методы

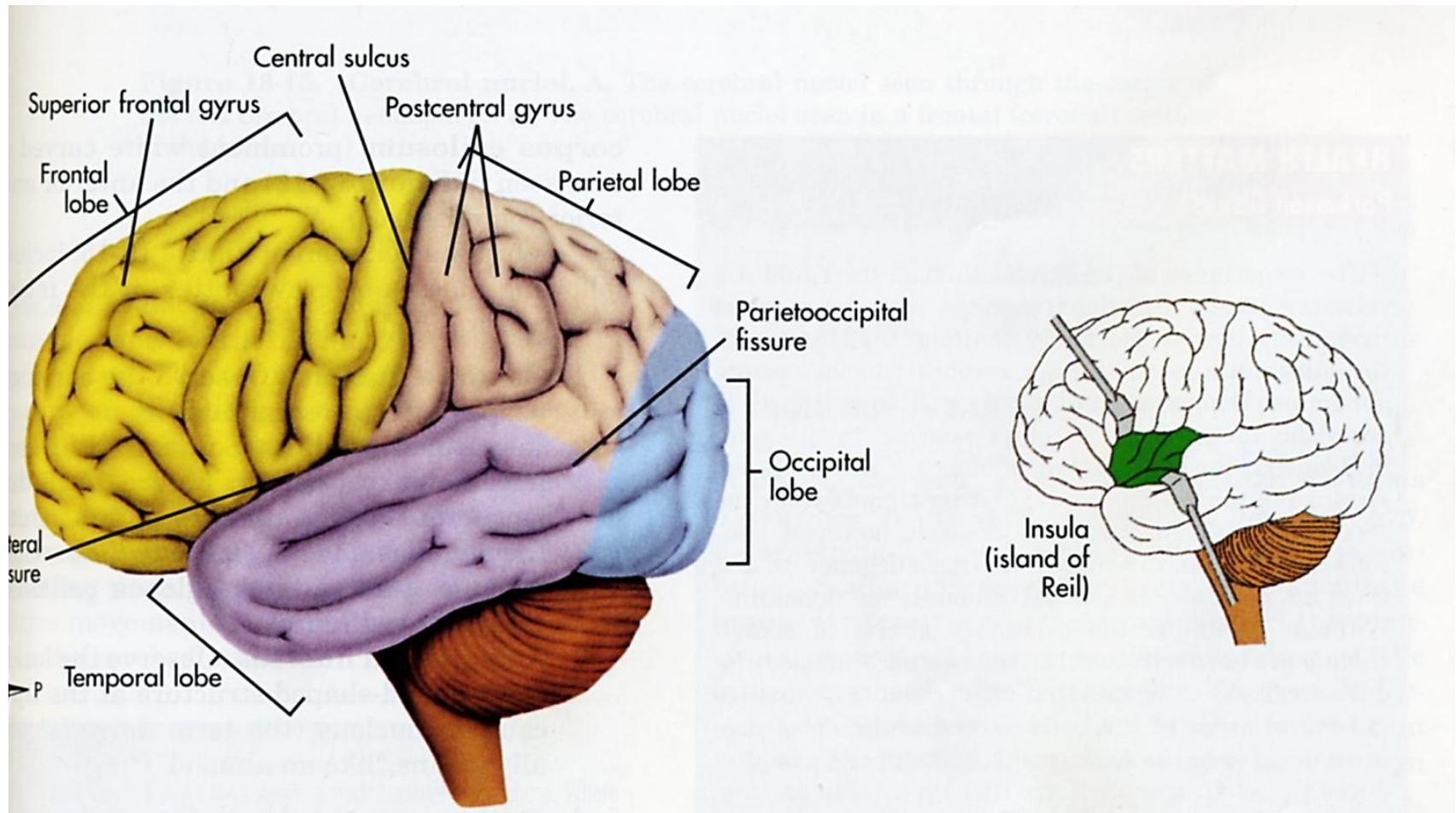
- | | | |
|--|---|--------------------------------------|
| 1. Электроэнцефалография | | |
| 2. Магнитоэнцефалография | ← | Регистрация электрической активности |
| 3. Регистрация вызванных потенциалов | | |
| 4. Компьютерная томография | ← | оценки структур |
| 5. Магнитно-резонансная томография | | |
| 6. Позитронно – эмиссионная томография | ← | оценки метаболизма |
| 7. Функциональная МРТ | | |
| 8. Тренинг с использованием биологической обратной связи | | |

Вспомогательные методы:

- Электроокулография
- Электромиография
- Электроретинография
- Регистрация электрической активности кожи (кожно-гальваническая реакция)
- Электрокардиография, анализ вариабельности серд.

Доли новой коры больших полушарий:

- Лобная (фронтальная) F
- Теменная (париетальная) P
- Височная (темпоральная) T
- Затылочная (окципитальная) O



МОДУЛИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ МОЗГА

Активирующие (десинхронизирующие)

- РФ (ВАРС)
- Таламическая
- Гипоталамо-лимбическая

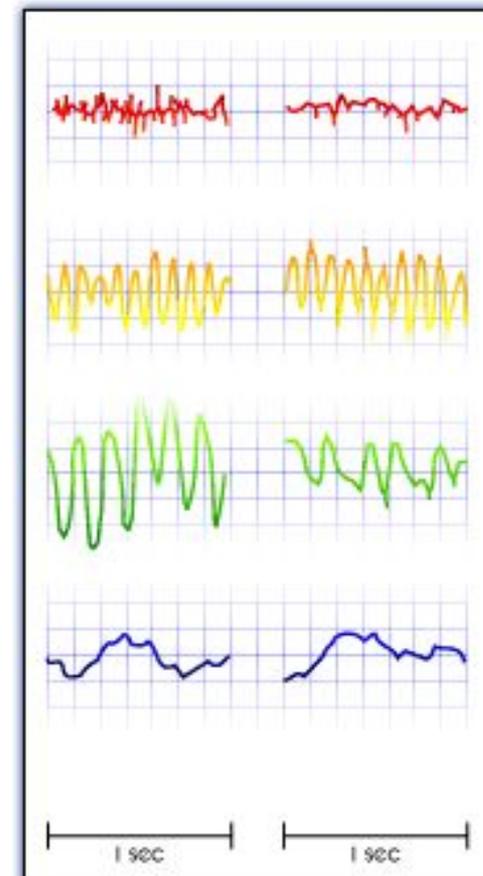
Ингибирующие (синхронизирующие)

- РФ ствола
- Таламус
- Гипоталамус
(передний)

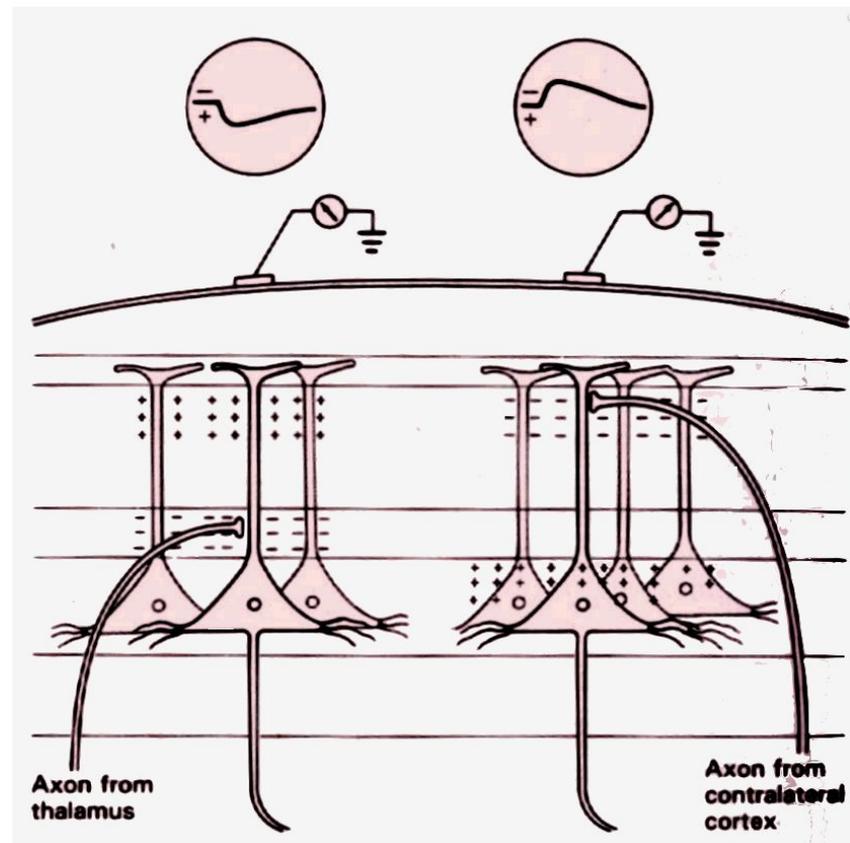
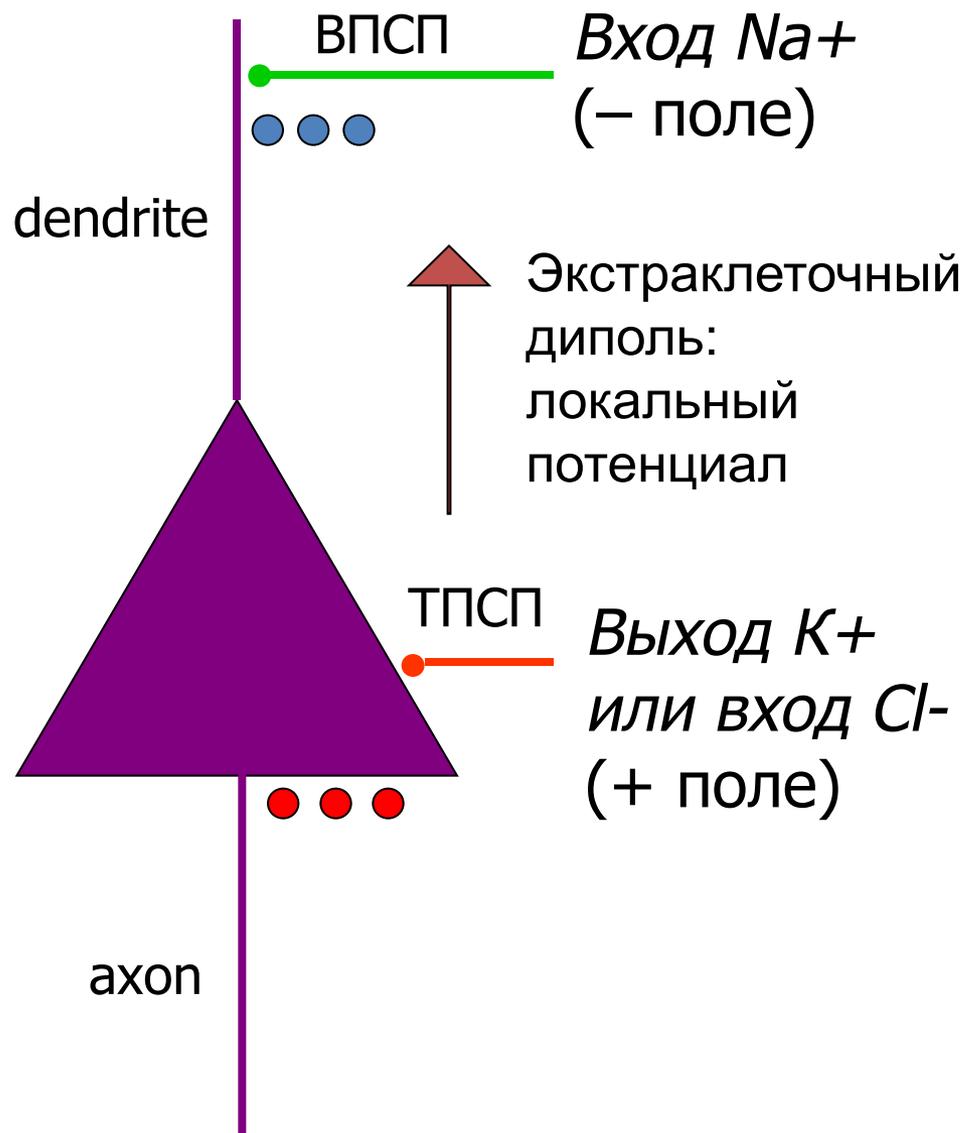
ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЯ

- метод исследования головного мозга, основанный на регистрации его электрических потенциалов.

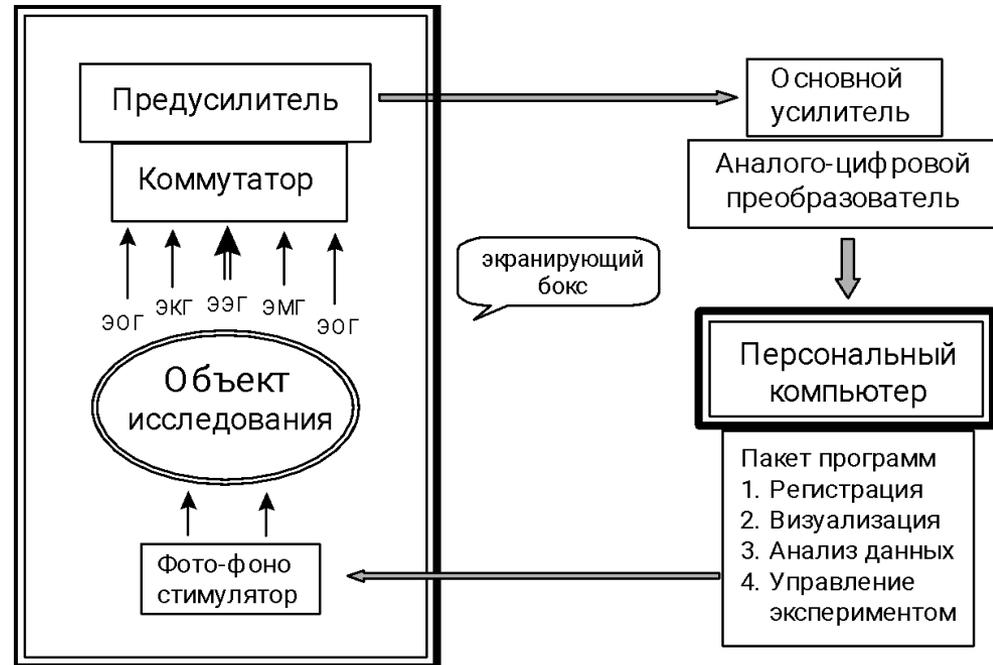
Суммарная ЭЭГ отражает **функциональную активность** громадных популяций нервных клеток, **функциональную активность мозга.**



ЭЭГ-сигнал – в основном, результат синхронной активации вертикально ориентированных пирамидных нейронов коры



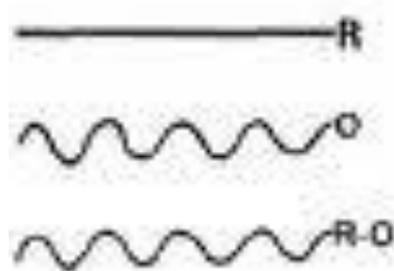
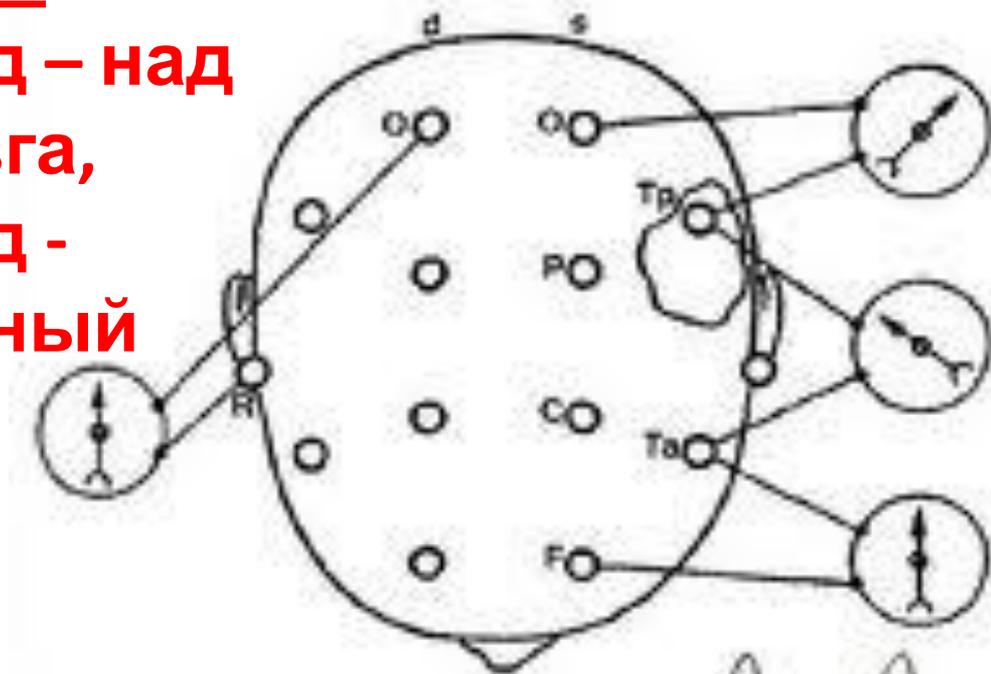
Методика регистрации ЭЭГ



- Накожные электроды (с использованием электропроводящей среды – физ.раствора или геля)
- Шапочка для фиксации электродов
- Одна пара электродов – отведение.
- Для клинической диагностики чаще 4 - 8 пар электродов
- Фото (фоно)- стимулятор (для провокации судорожной активности)
- Экранирующая камера

Монополярные отведения:

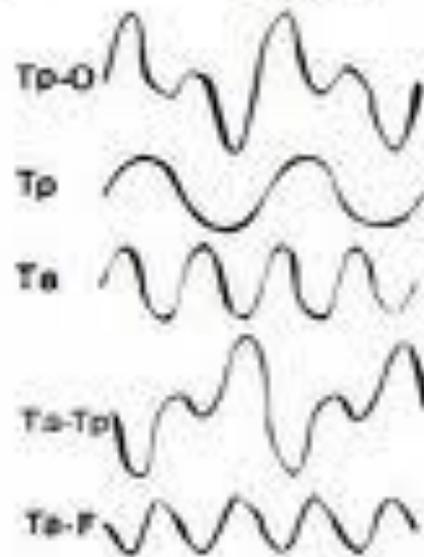
1 электрод – над зоной мозга,
2 электрод – нейтральный



1

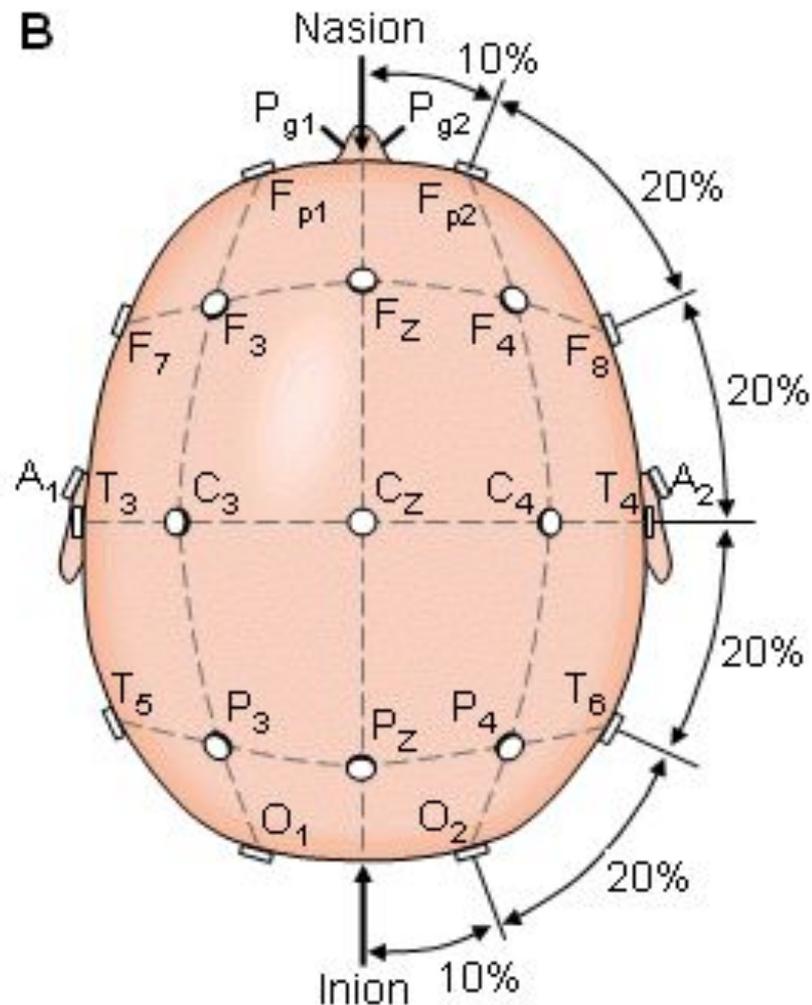
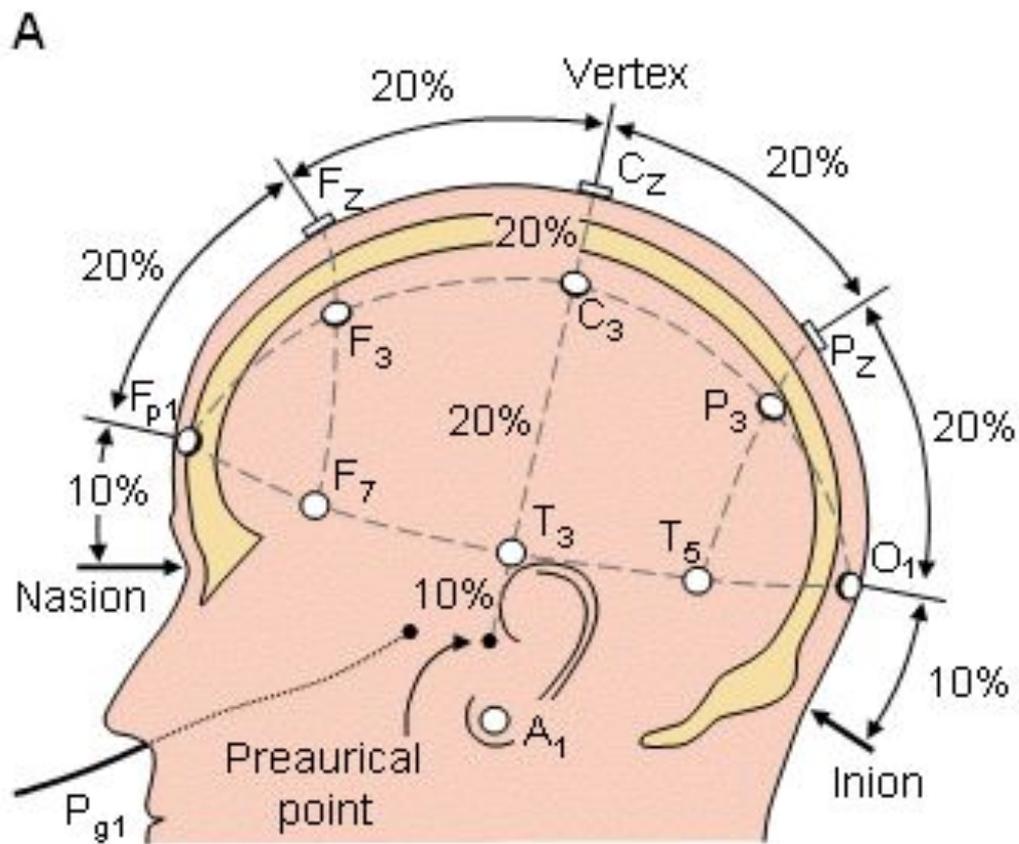
Биполярные отведения:

2 электрода над разными зонами мозга

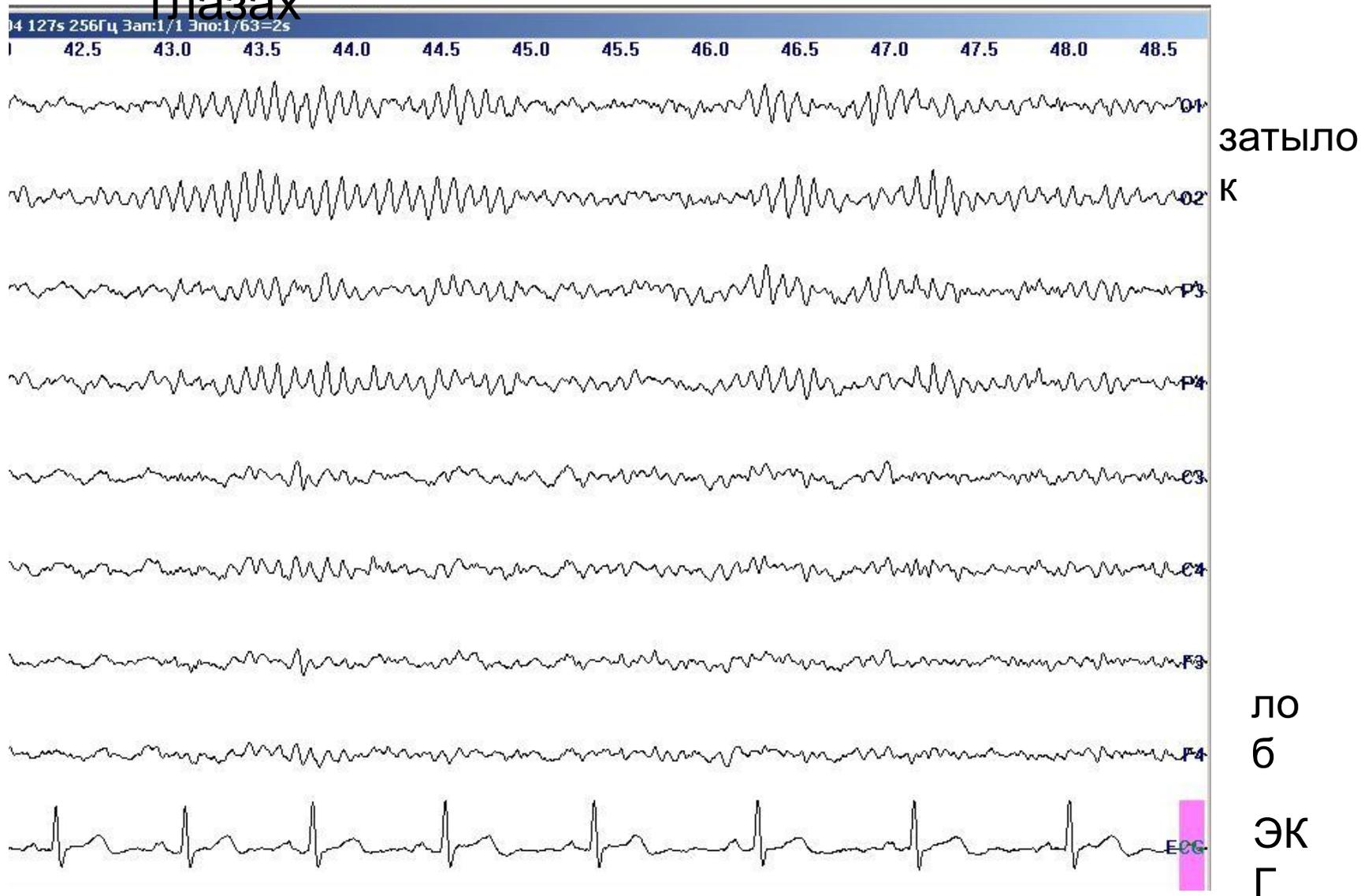


2

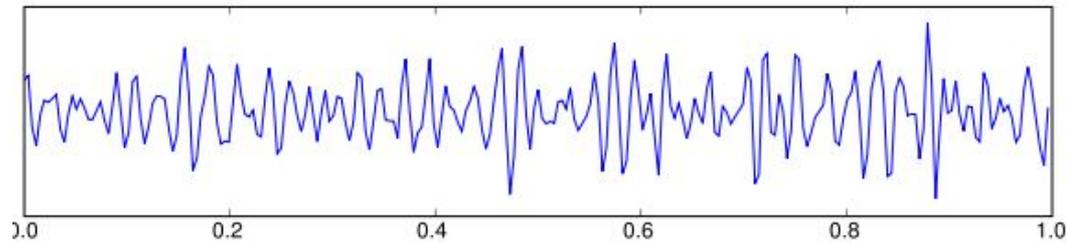
Международная схема «10-20%»: *схема наложения ЭЭГ-электродов*



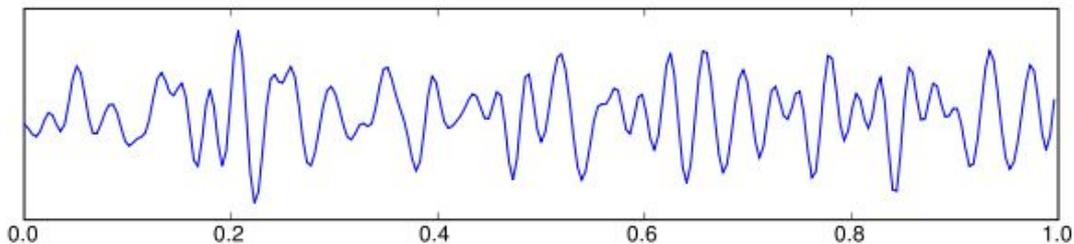
ЭЭГ, зарегистрированная при закрытых глазах



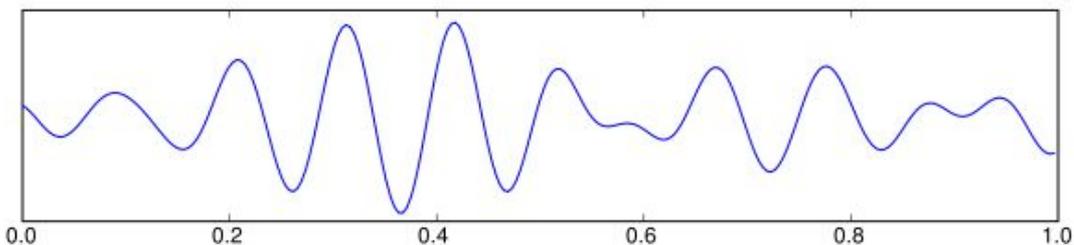
Виден лобно-затылочный градиент альфа-ритма: в затылочной области более выражен по сравнению с лобной



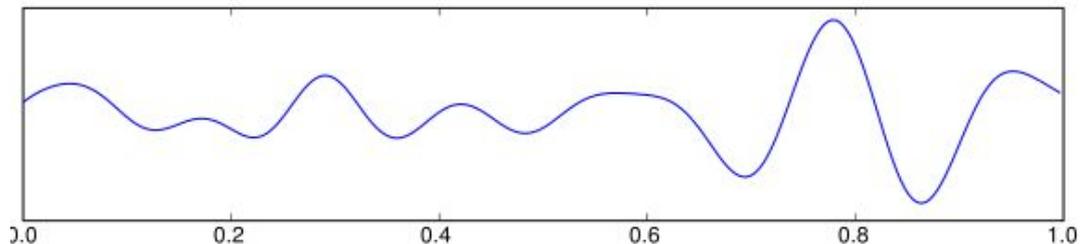
Гамма-ритм - более 30 волн/с



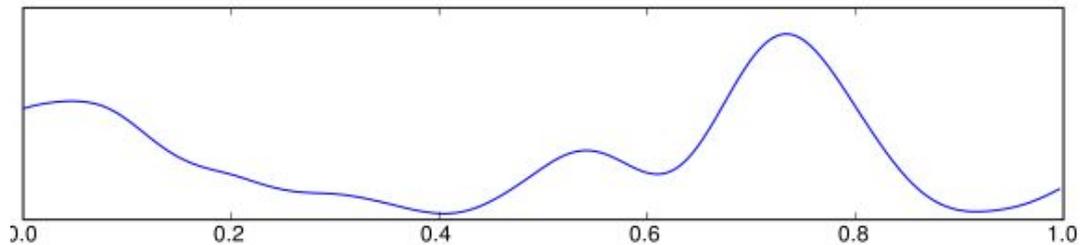
Бета-ритм - 14-30 волн/с



Альфа-ритм - 8-13 волн/с



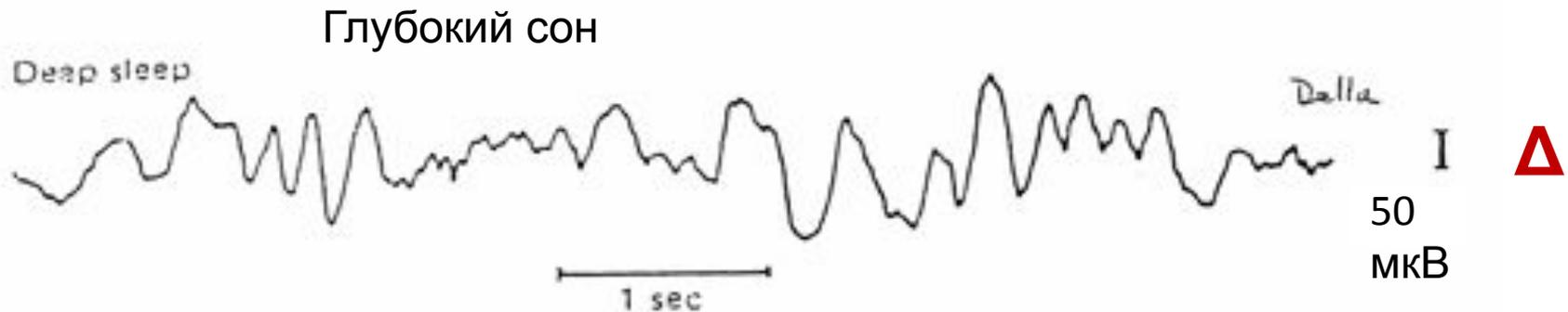
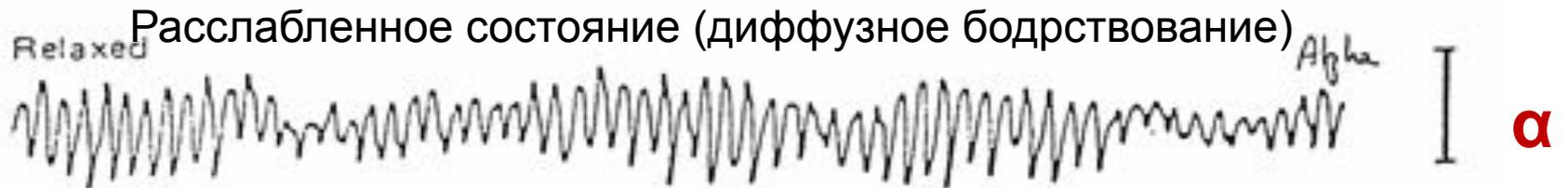
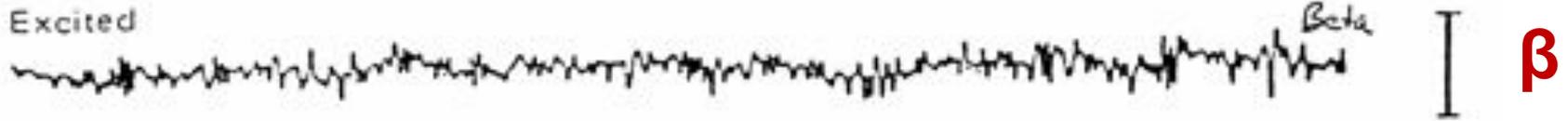
Тета-ритм - 4-7 волн/с



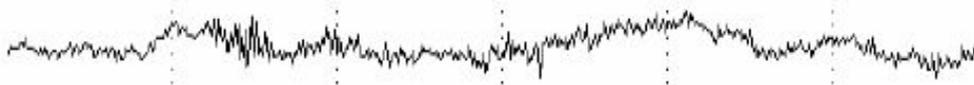
Дельта-ритм - 1-3 волн/с

БИОРИТМЫ ЭЭГ

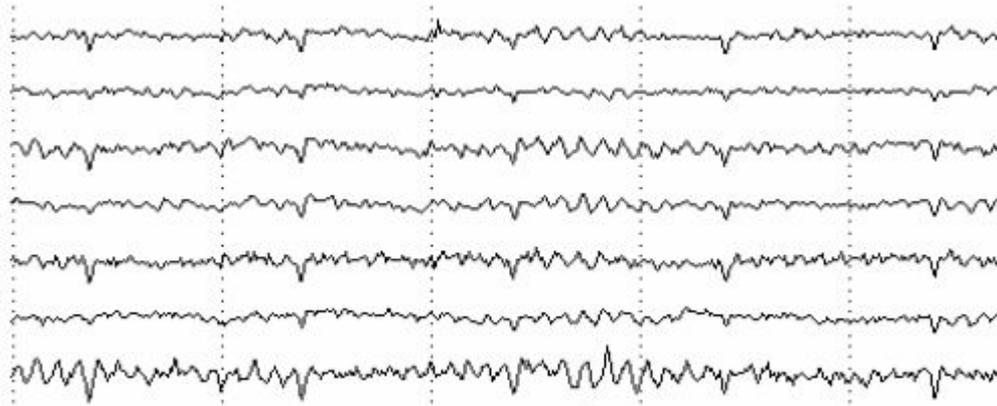
Активное внимание



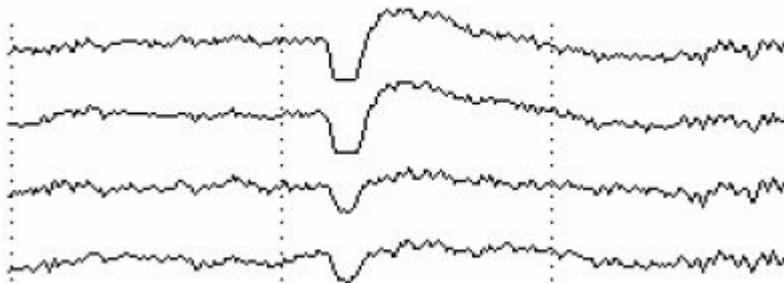
Артефакты на ЭЭГ-записи



В виде ЭМГ
(при
треморе)



Наложение ЭКГ-
сигнала



Электроокулограм
ма

Пробы:

- С открыванием и закрыванием глаз
- С гипервентиляцией
- С фотостимуляцией

Покой, глаза
открыты

0
1
0
2

Покой, глаза
закрыты

0
1
0
2

*Начинает преобладать альфа-
ритм!*

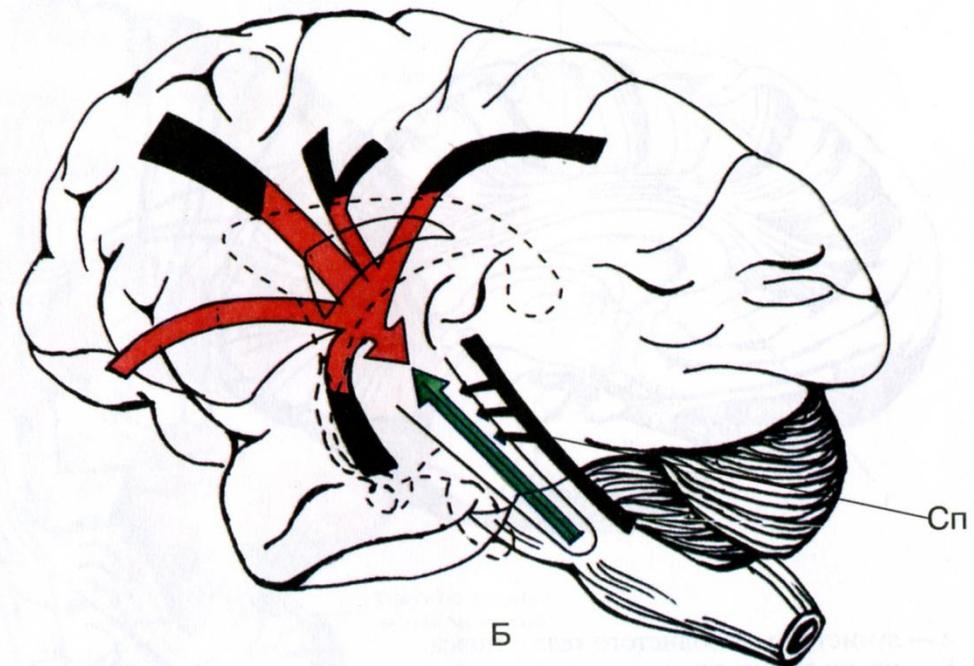
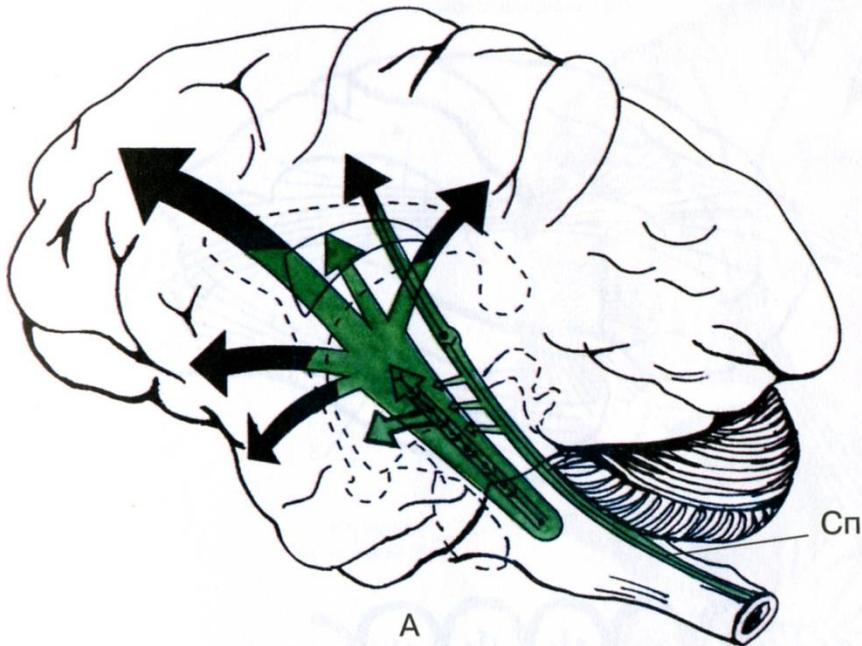
Источники ритмов разнообразны!

1) Модулирующие системы мозга – ретикулярная формация, таламус.

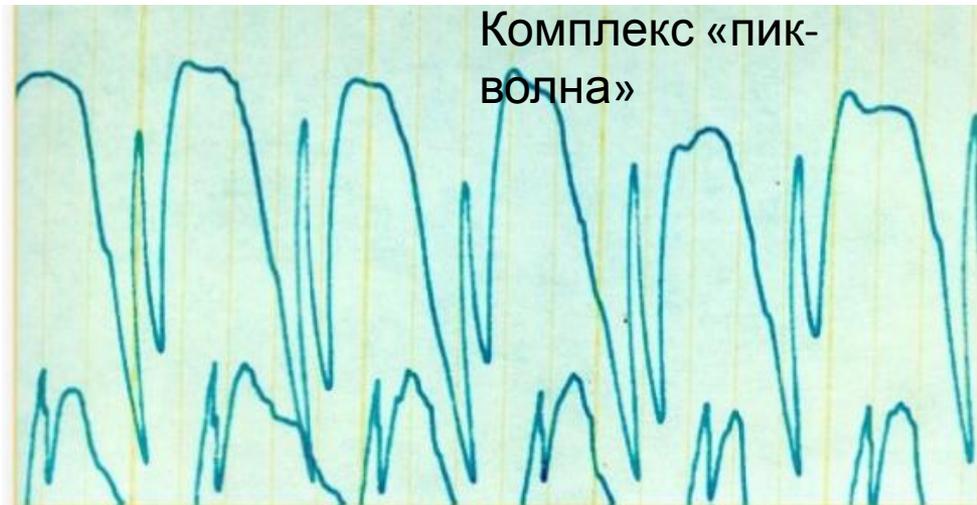
- ✓ Через таламус проходят все сенсорные пути, он связан с системами эмоций и управления движением.

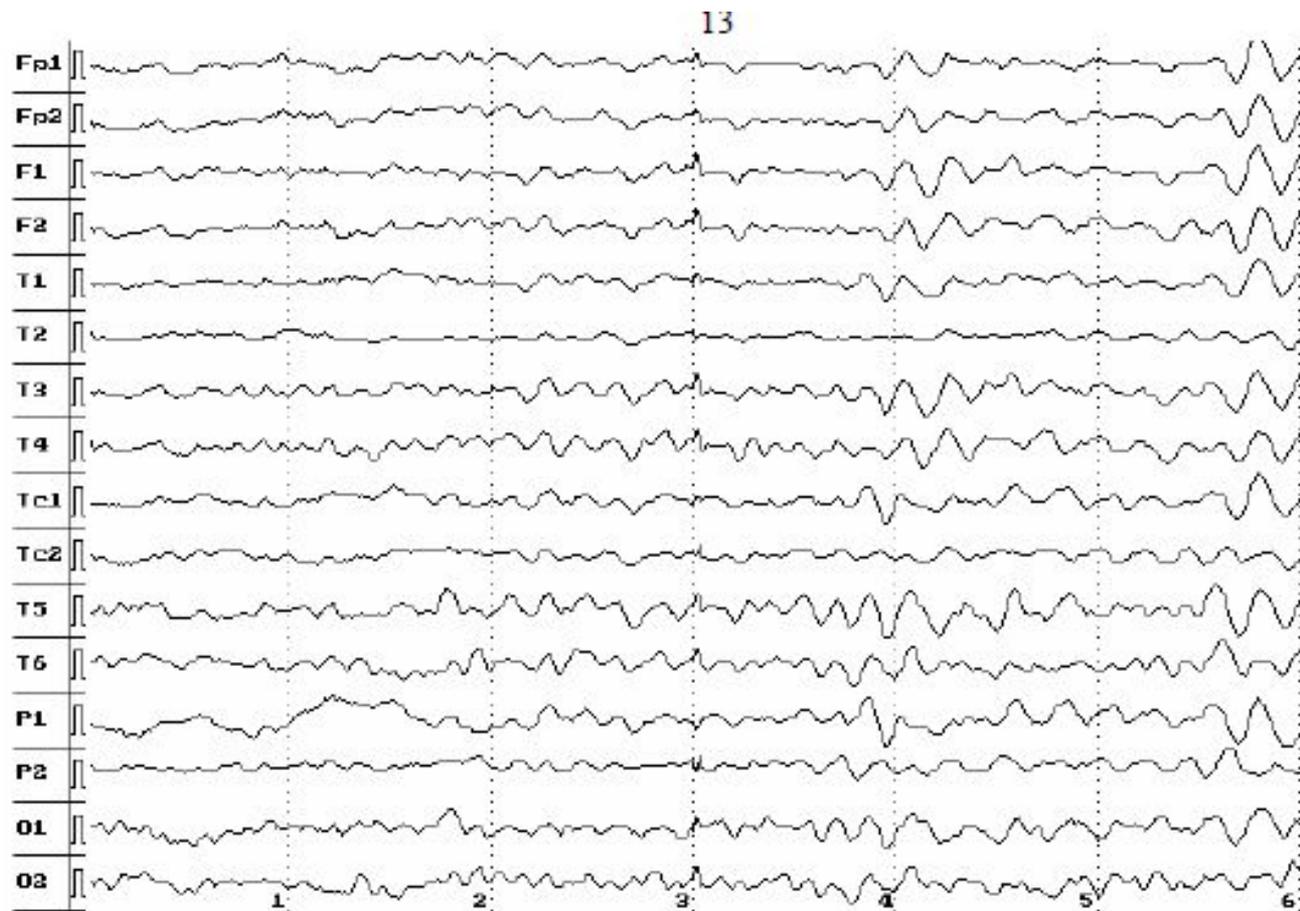
2) Циркуляция возбуждений в **лимбической системе**.

3) Коровые нейронные сети (организация поведения и контроль потоков информации).



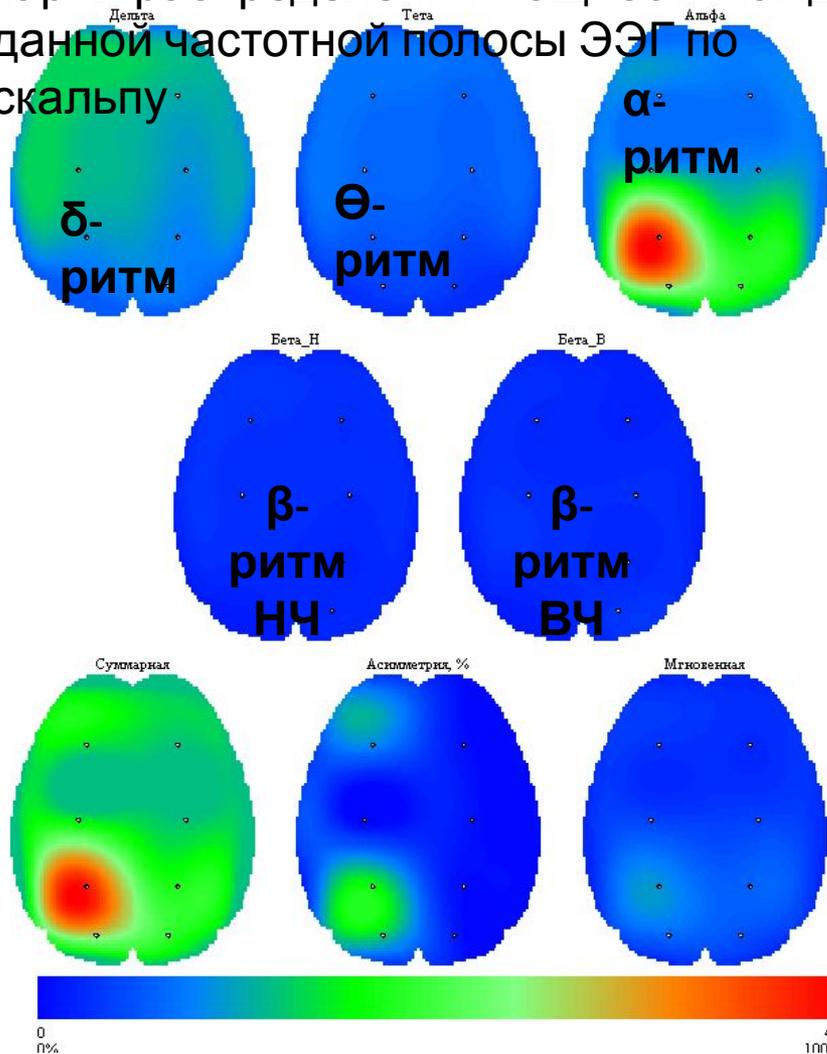
Эпи- активность



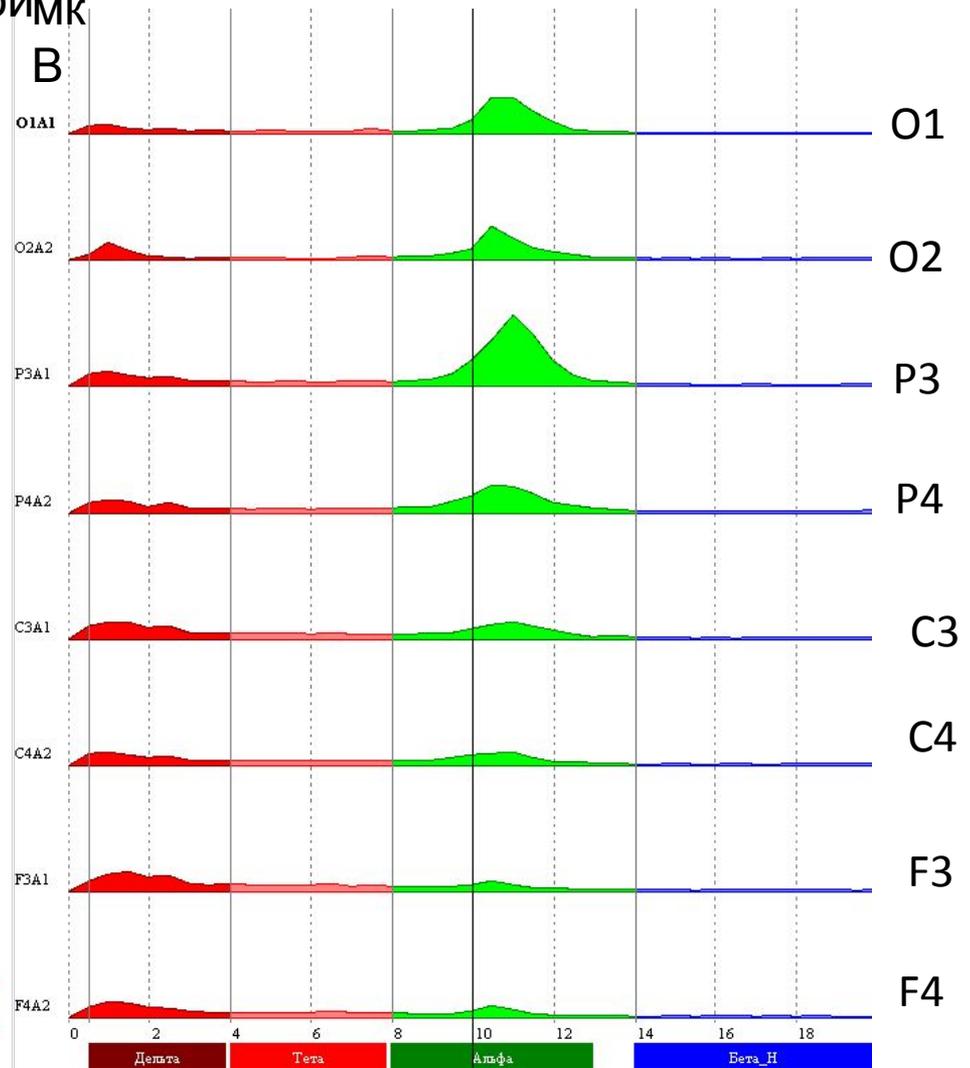


ЭЭГ ребенка (проба с гипервентиляцией):
пароксизмальная активность - синхронизованные по
всем отведениям тета- и дельта-волны высокой
амплитуды.

Топографический анализ - картирование. Результаты спектрального анализа могут быть представлены в виде топографической карты распределения мощности каждой данной частотной полосы ЭЭГ по скальпу.



Спектральный анализ ЭЭГ (базируется на алгоритмах быстрого преобразования Фурье): графики амплитуды или мощности частотных составляющих



Запись в покое, глаза

Дополнительные мат.методы анализа ЭЭГ



Рис. 13. Кросскорреляционная функция противофазных процессов

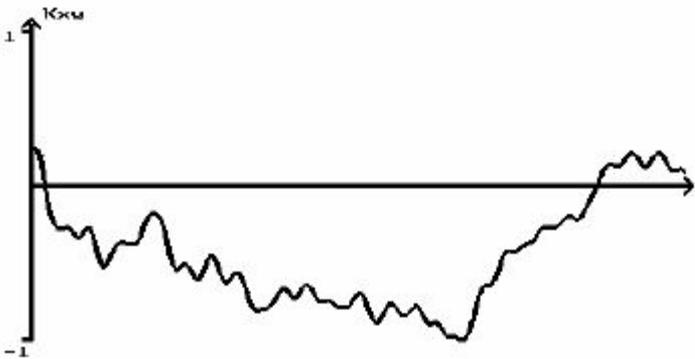
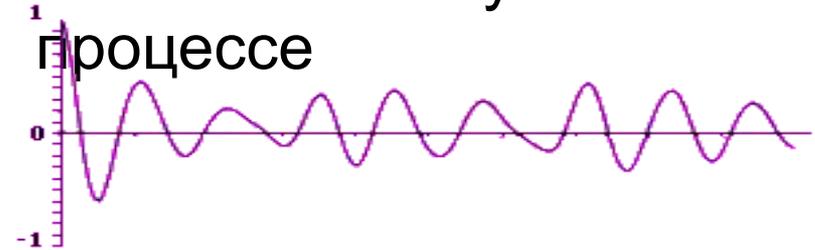


Рис. 14. Кросскорреляционная функция слабо связанных процессов



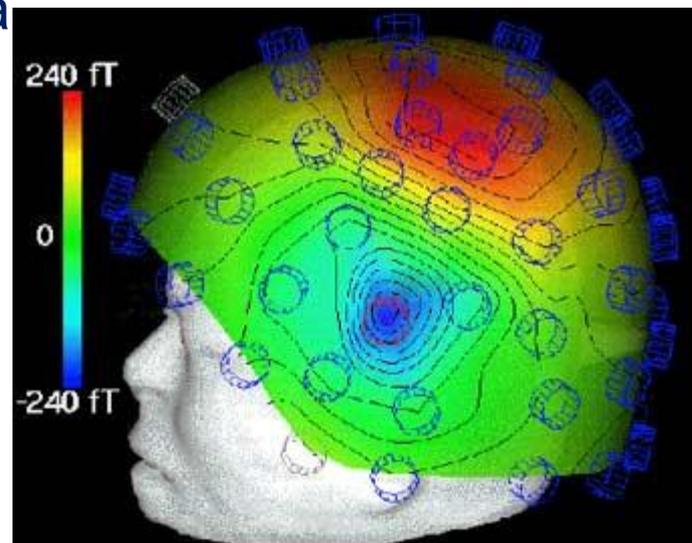
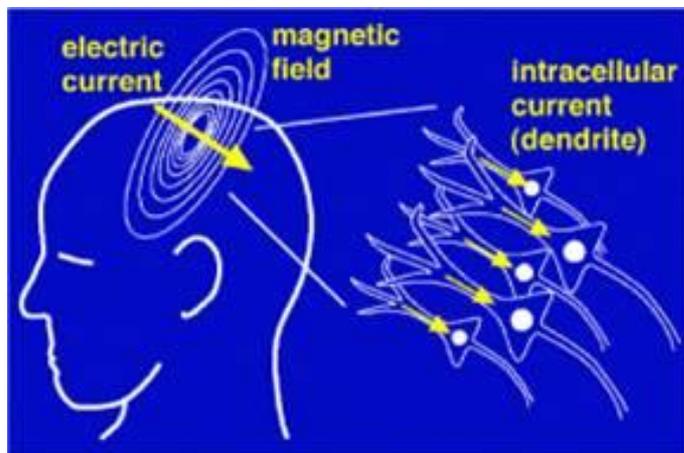
Кросскорреляционная
функция

- **Автокорреляционная функция** – помогает выделить гармонические колебания в случайном процессе
- **Кросскорреляционная функция** – показывает степень связности ЭЭГ двух точек (отражает взаимодействие корковых зон)
- **Функция когерентности** – отражает степень синхронизации ЭЭГ двух



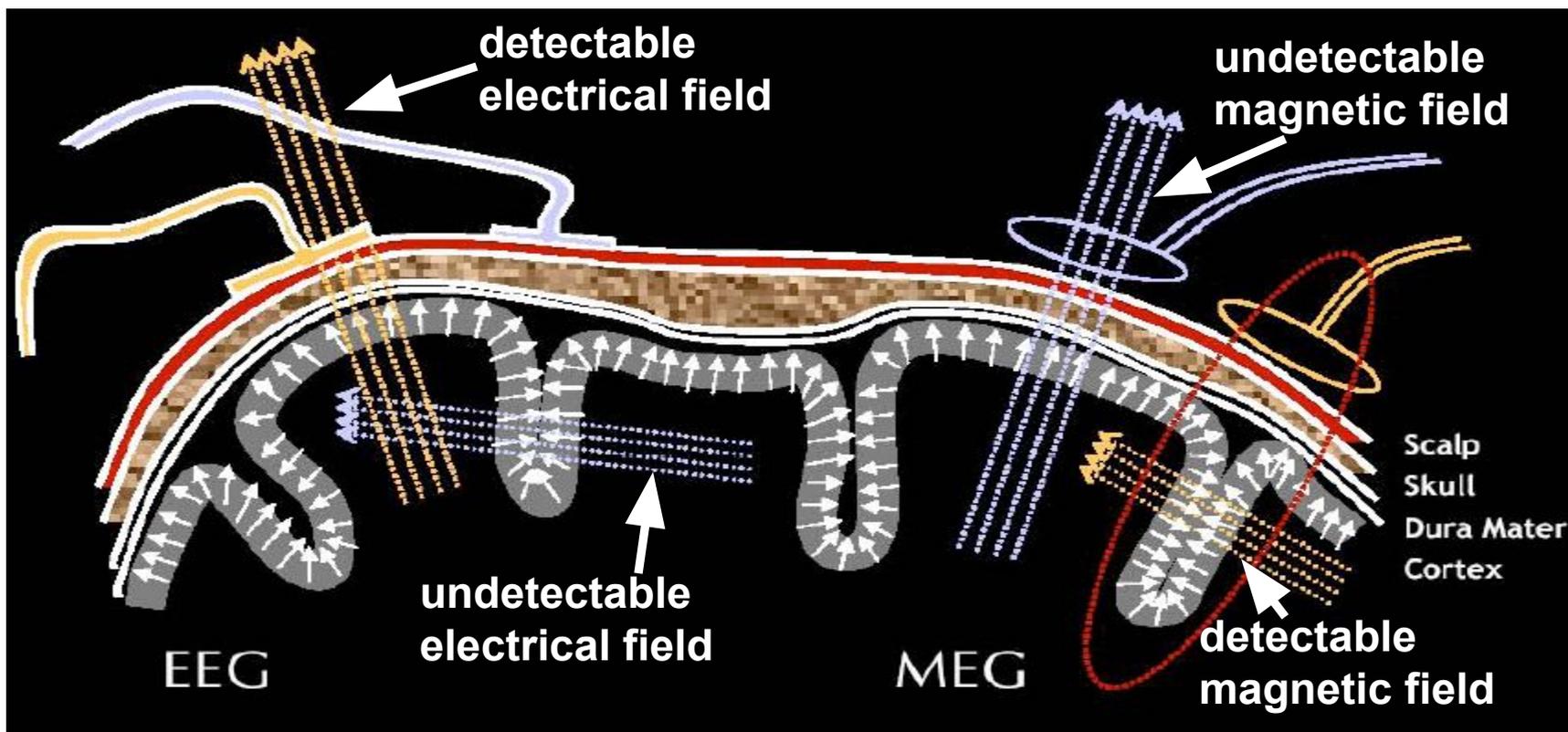
Магнитоэнцефалография

Применение МЭГ: локализация источника патологической активности; позволяет определять локализацию только корковых диполей, тогда как в ЭЭГ суммируются сигналы от всех источников независимо от их ориентации.



МЭГ основана на измерении и визуализации магнитных полей, возникающих вследствие электрической активности мозга





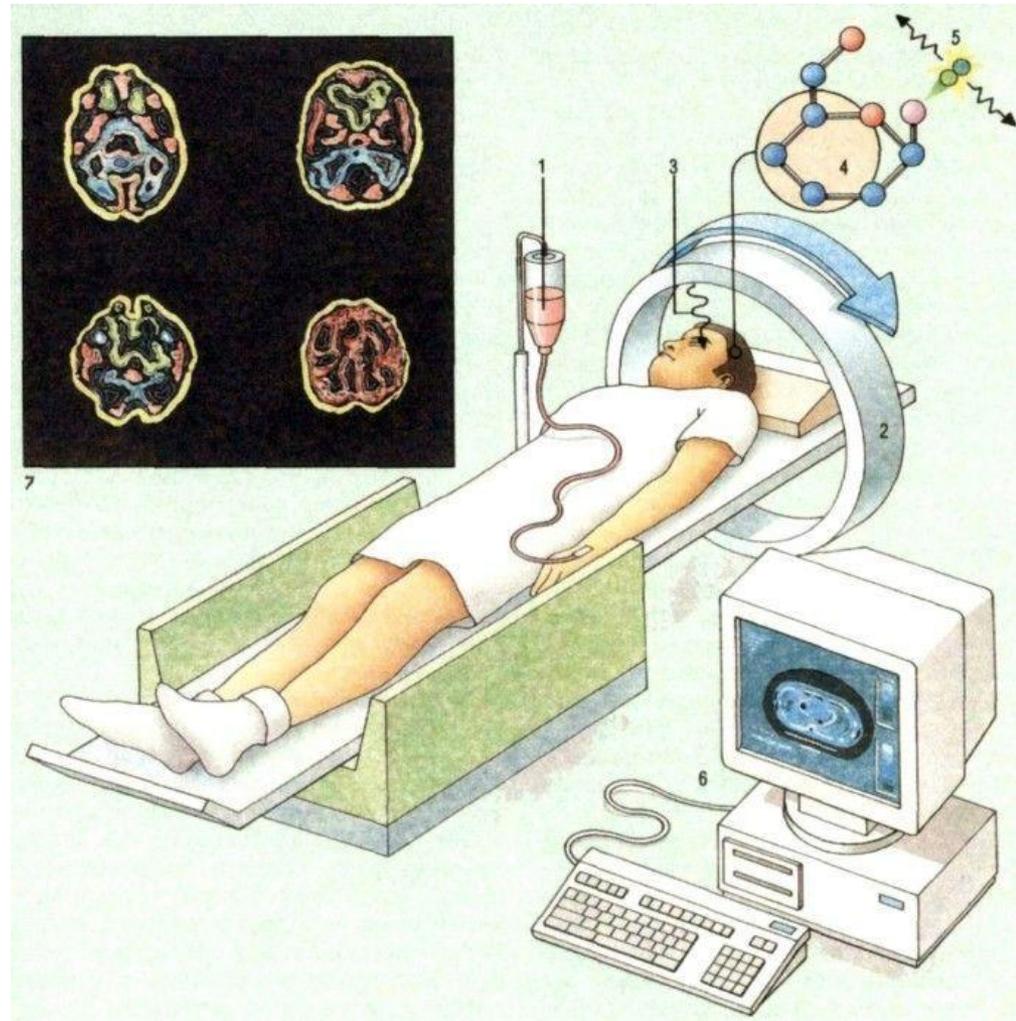
Активация пирамидальных нейронов V слоя коры:

- ориентированных перпендикулярно скальпу, дает вклад в ЭЭГ,
- ориентированных параллельно скальпу (в бороздах), дает вклад в МЭГ

Методы нейровизуализации:

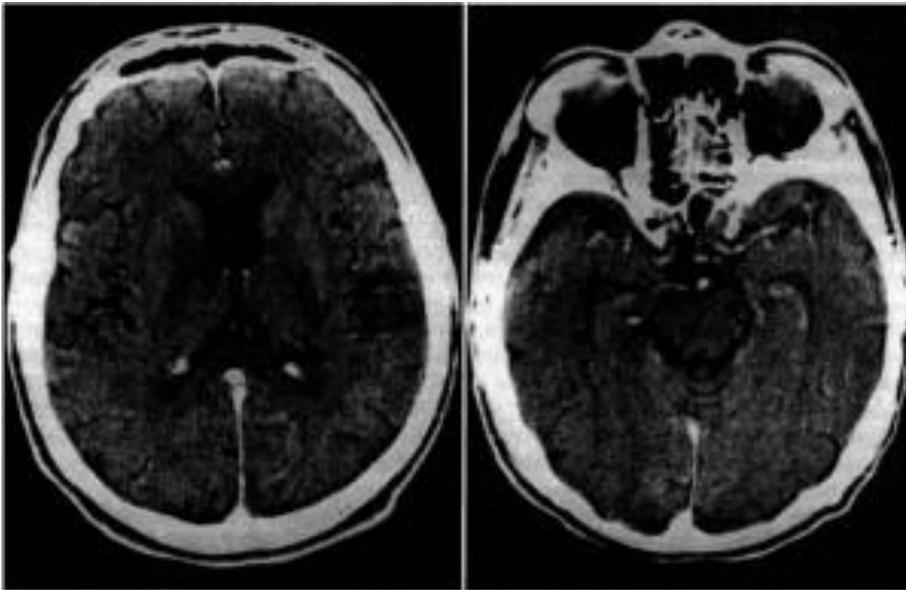
Компьютерная томография — метод неразрушающего послойного исследования внутренней структуры объекта.

Методы томографии позволяют бесконтактно изучать функционирование мозга (локализацию структур, функций, интенсивность нейронной активации и т.д.) в режиме реального времени.



Рентгеновская компьютерная томография

— основана на измерении и компьютерной обработке разности ослабления рентгеновского излучения различными по плотности тканями.

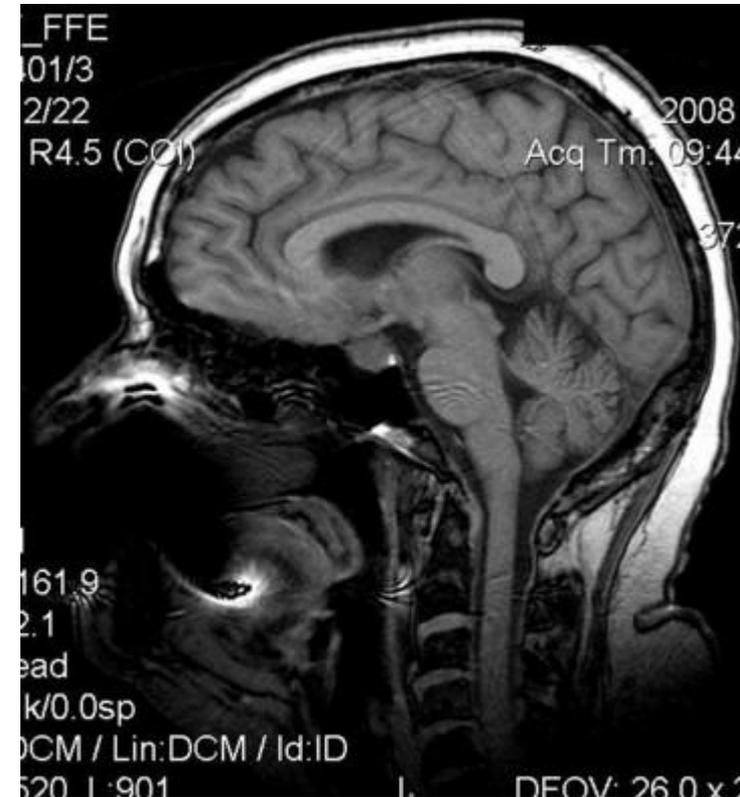


Нормальная картина головного мозга при КТ с контрастированием у пациента 62 лет (срезы на уровне среднего мозга и боковых желудочков).

Главное отличие КТ от рентгенографии: рентген дает только одно изображение части тела. При помощи КТ можно получить множество изображений одного и того же органа и таким образом построить внутренний поперечный срез этой части тела.

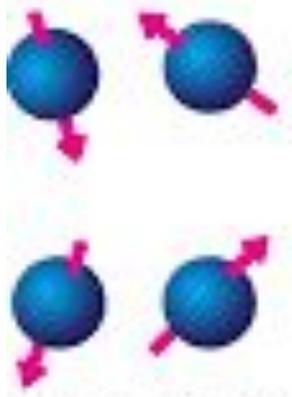
Магнитно-резонансная томография

Метод основан на явлении *ядерного магнитного резонанса*: измеряют энергию, выделяемую протонами атомов водорода при помещении тканей организма в постоянное магнитное поле. При этом сигналы подвижной ткани (крови) и окружающих неподвижных тканей, мягких и плотных тканей различны.

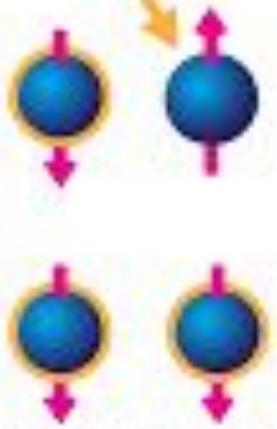
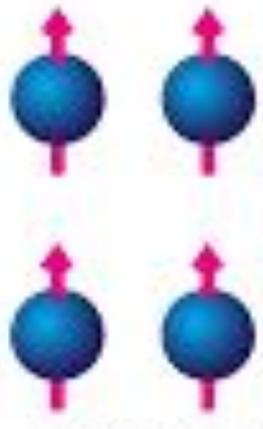


Радиочастотные
фотоны

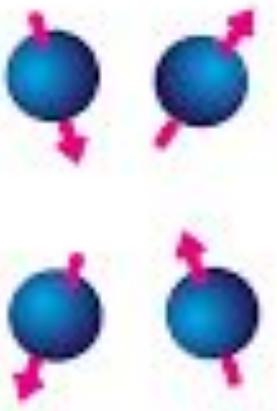
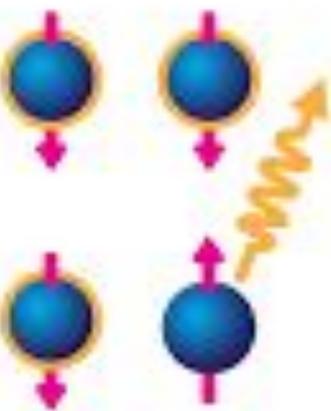
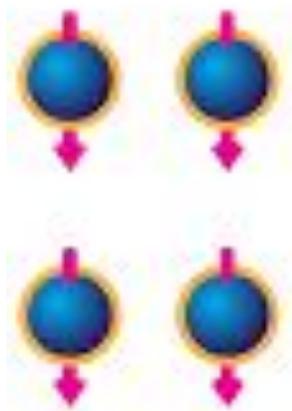
МП
ВЫКЛ



МП
ВКЛ



Время и количество изменений при перестройке спинов зависит от толщины и жесткости ткани, содержащей молекулы воды.



Выкл.
поток
радиочаст

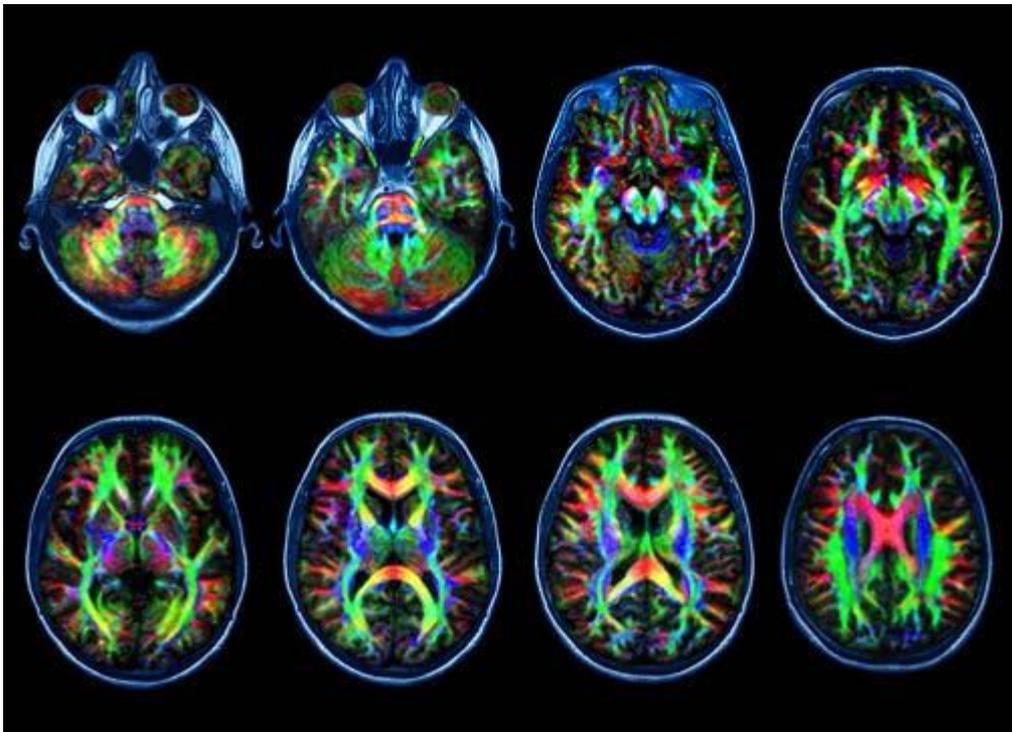
Испускание
поток
радиочастиц

МП
ВЫКЛ

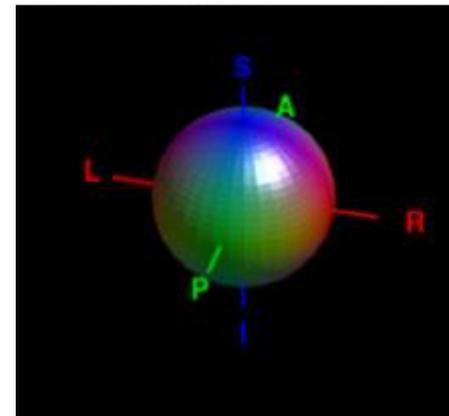
Диффузионная тензорная визуализация (магнитно-резонансная трактография)

Суть метода: оценка диффузии молекул свободной воды вдоль аксонов нейронов головного мозга

Значение: получение информации об организации связей между структурами головного мозга (возможно создание трехмерной модели).

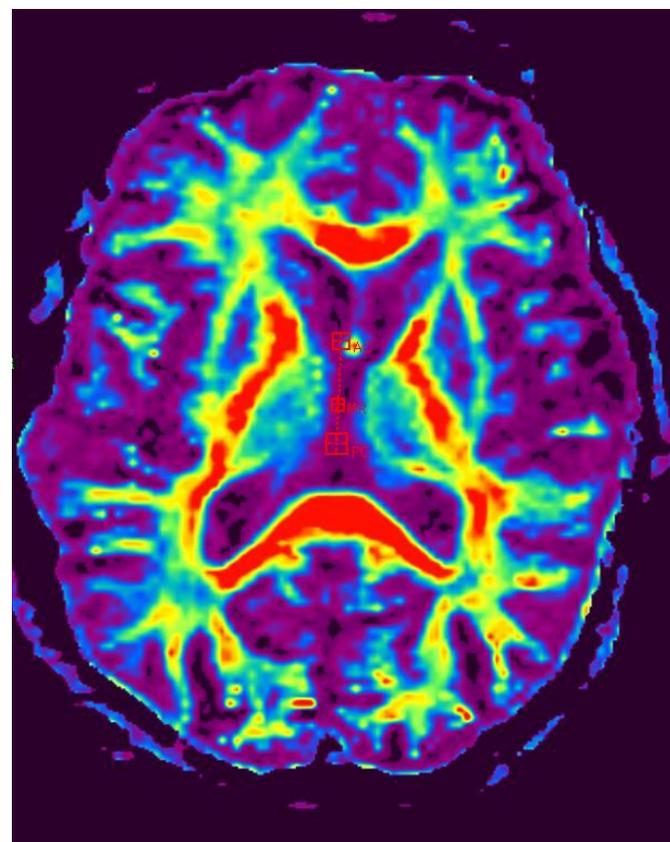


- Цвет соответствует ориентации волокон:
- Передний-задний отделы – синий
 - Право-лево – красный
 - Внутренний – наружный - зеленый



Клиническое применение:

1. Определение изменений вещества головного мозга на микроструктурном уровне, которые не видны на традиционных МР-томограммах.
2. Позволяет провести количественную оценку интересующих зон и областей и подтвердить вовлечение в патологический процесс белого вещества головного мозга.
3. Дополнительная методика лучевой диагностики при первичном обследовании пациентов с рассеянным склерозом, эпилепсией, болезнью Альцгеймера, болезнью Паркинсона, а также в контроле за эффективностью проводимого лечения.
4. Позволяет определить точное расположение нервных волокон и подкорковых ядер для дальнейшего хирургического вмешательства (нейрохирургия, радиохирургия)
4. Способствует установлению природы опухолевых и неопухолевых заболеваний головного мозга и психических расстройств.



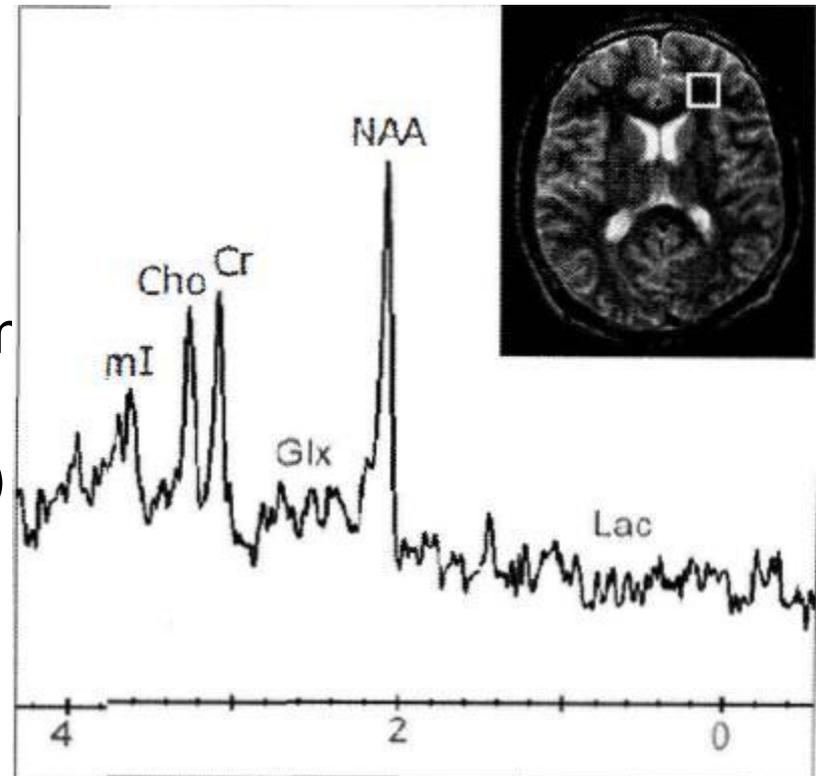
*МР-трактография
пациента с болезнью
Паркинсона*

Магнитно-резонансная спектроскопия

Протонная МР-спектроскопия основана на изменении резонансной частоты протонов, входящих в состав различных химических соединений:

NAA - N-ацетиласпартат (2,0 ppm);
Cho - холин (3,2 ppm);
Cr - креатин (3,03 и 3,94 ppm);
mI - миоинозитол (3,56 ppm);
Glx - глутамат и глутамин (2,1 -2,5 ppm)
Lac - лактат (1,32 ppm);
Lip - липидный комплекс (0,8-1,2 ppm)

Позволяет оценить тип поражения мозга (тип опухоли, ишемия, демиелинизация и пр.) по метаболитному составу



Одновоксельная протонная МР-спектроскопия вещества мозга в норме.

Методы нейрокартирования: регистрация локального мозгового кровотока

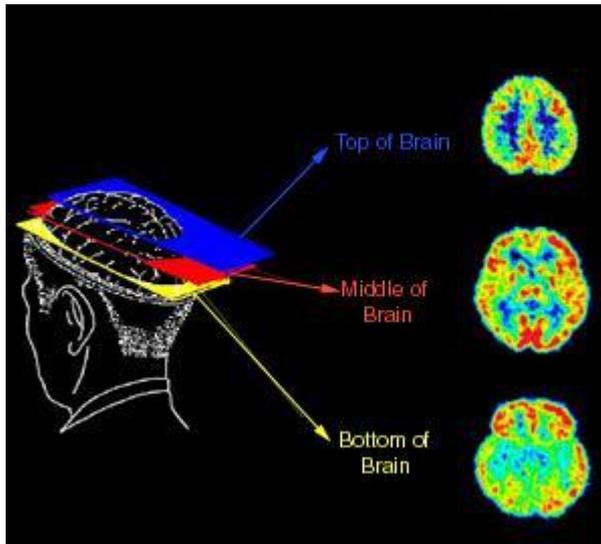


1970-е -- позитронно-эмиссионная томография (PET)

1990-е -- функциональное магнитно-резонансное
картирование (fMRI)

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)

Метод основан на регистрации гамма-квантов, возникающих после введения радиоактивного фармпрепарата; дает возможность не только получать изображение структур мозга, но и оценивать их функцию и метаболизм.



- трудоемкость измерения
- доза радиации

Особенности метода ПЭТ

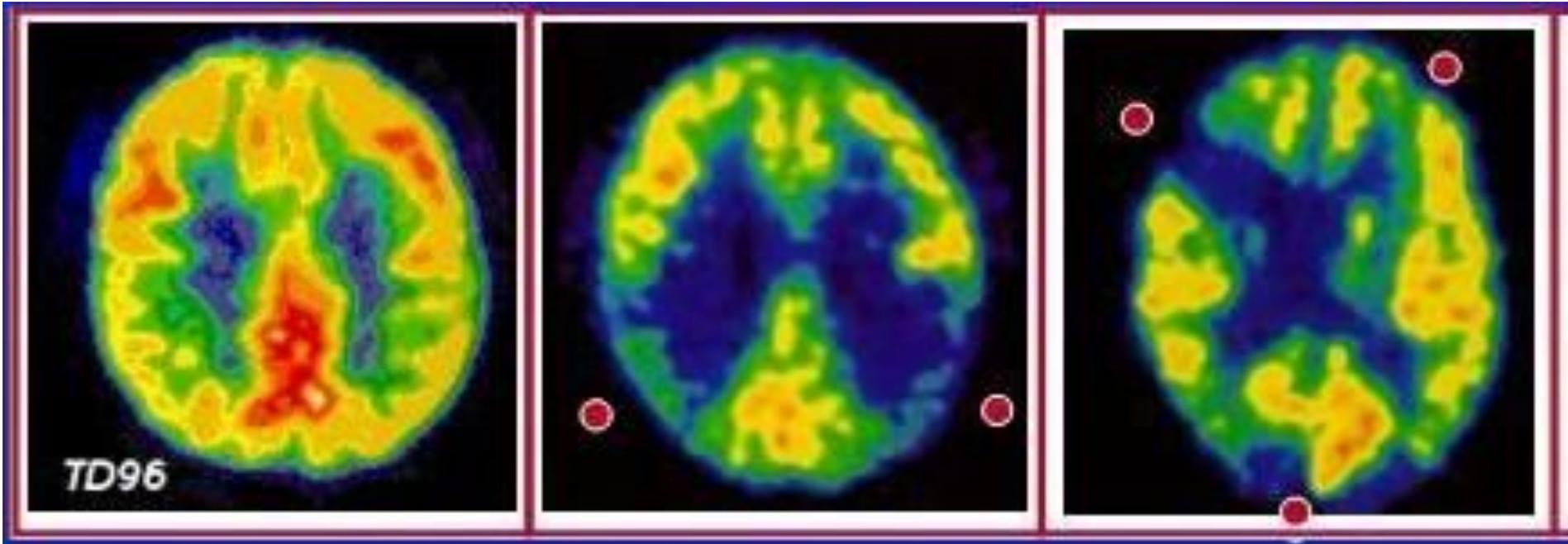
Субъекту вводят изотоп в виде соединения с другими молекулами (например, F18-дезоксиглюкозу). Изотоп накапливается в местах с **повышенной метаболической активностью**.

В мозге изотопы излучают позитроны, которые сталкиваются с электронами. Столкновение приводит к уничтожению частиц и появлению пары фотонов, которые разлетаются под углом 180 градусов и регистрируются детекторами.

Вывод: детекция участков мозга с повышенным метаболизмом (активностью).



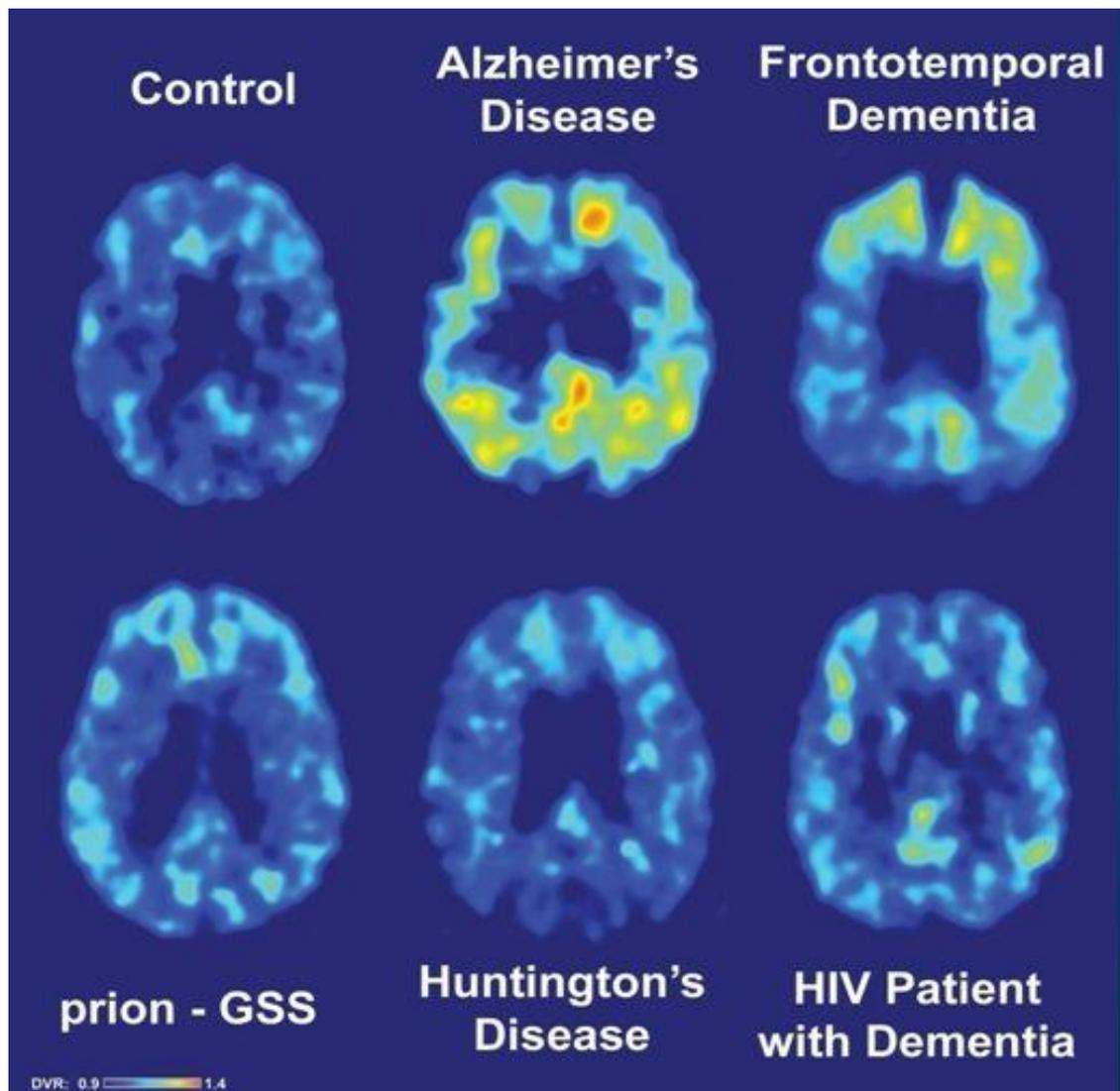
РЕЗУЛЬТАТЫ ПЭТ



Здоровый мозг

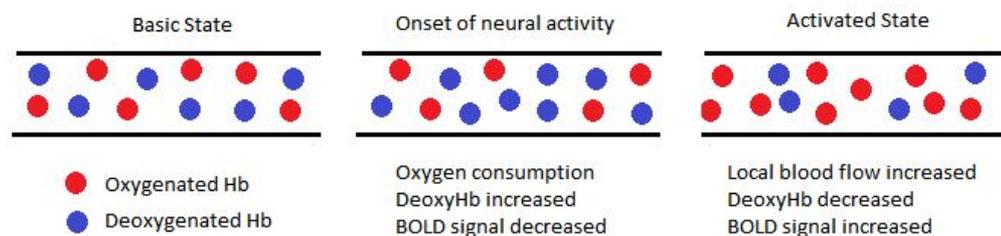
**Болезнь
Альцгеймера**

**Сосудистая
деменция**



Использование метода ПЭТ с введением маркера тау-белка (FDDNP) позволяет дифференцировать болезнь Альцгеймера от других нейродегенеративных заболеваний

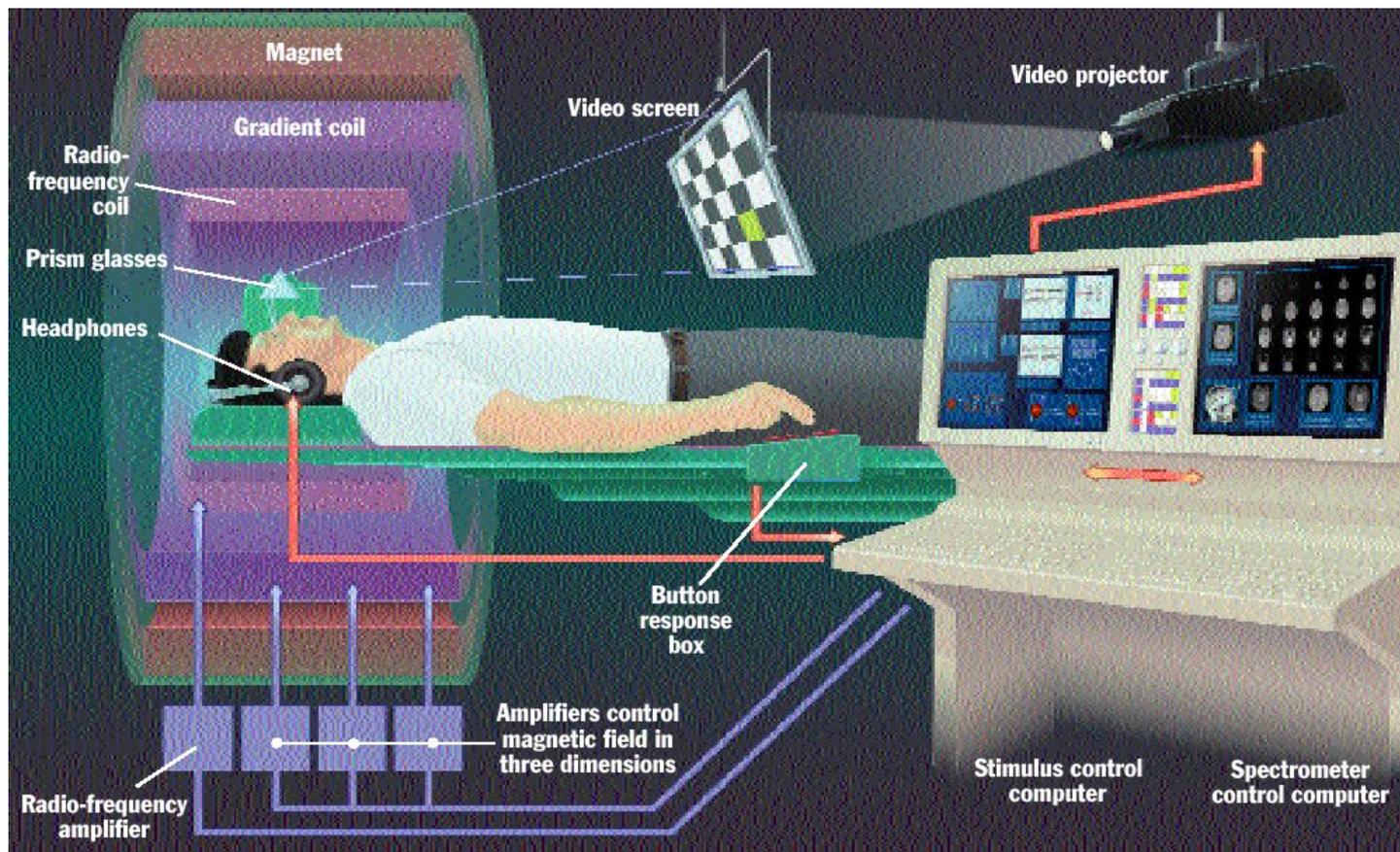
Функциональное магнитно-резонансное картирование



Functional magnetic resonance imaging (fMRI) основан на различных магнитных свойствах оксигемоглобина и восстановленного гемоглобина. ↑ активности нейронов участка мозга - ↑ метаболизм - ↑ кровоток – много оксигемоглобина, ↓ концентрации дезоксигемоглобина.

Вывод: метод позволяет выявлять интенсивно работающие участки мозга. Таким образом, можно оценить связь структур мозга с речью, зрением, памятью, движением и др. функциями.

Функциональное магнитно-резонансное картирование



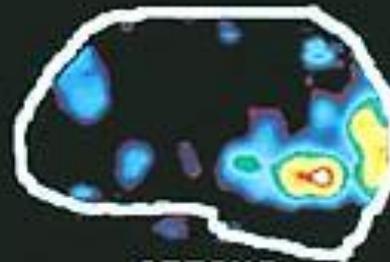
участки мозга с повышенным кровотоком регистрируются, и их изображение накладывается на обычную МРТ мозга.

Активность коры при разных психических процессах

Слушание

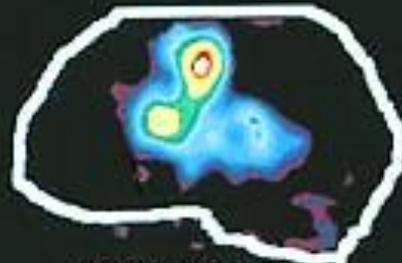


HEARING



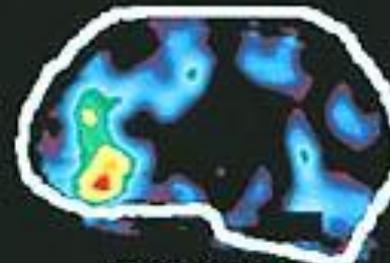
SEEING

Зрительное наблюдение



SPEAKING

Произнесение
слов



THINKING

Мышление



Sherwood
Figure 5-9

(b)