

Физиология высшей нервной деятельности

Методы

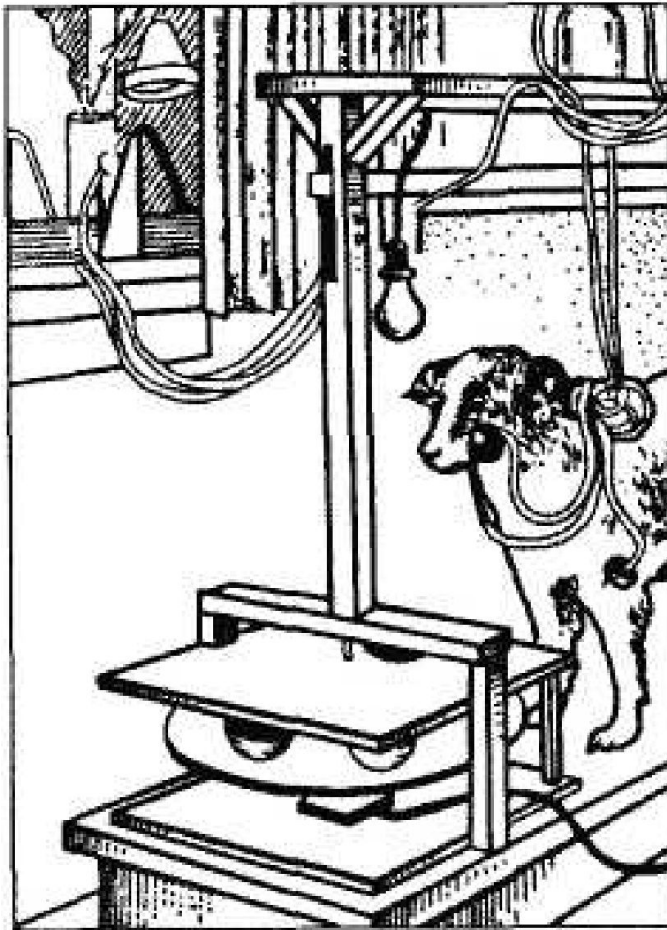
Методы изучения поведения

Методы изучения поведения:

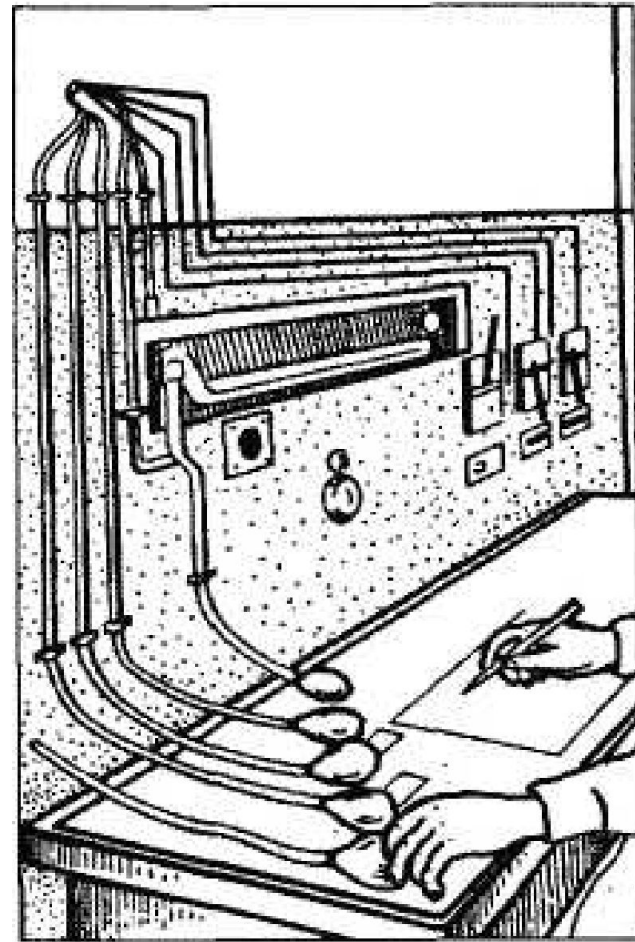
- **этологические** – наблюдение за поведением в естественной среде обитания (либо имитируется естественная среда в лабораторных условиях)
- **условнорефлекторные** – изучение обучения животного в строго контролируемых воспроизводимых лабораторных условиях, при воздействии очень ограниченного количества повторяющихся стимулов и изоляции от всех остальных внешних воздействий
- **когнитивные** – исследуется поведение в сложных искусственно создаваемых ситуациях в лабораторных условиях; методы ориентированы на изучение способности сразу находить выход из новой ситуации

Поведенческие методы

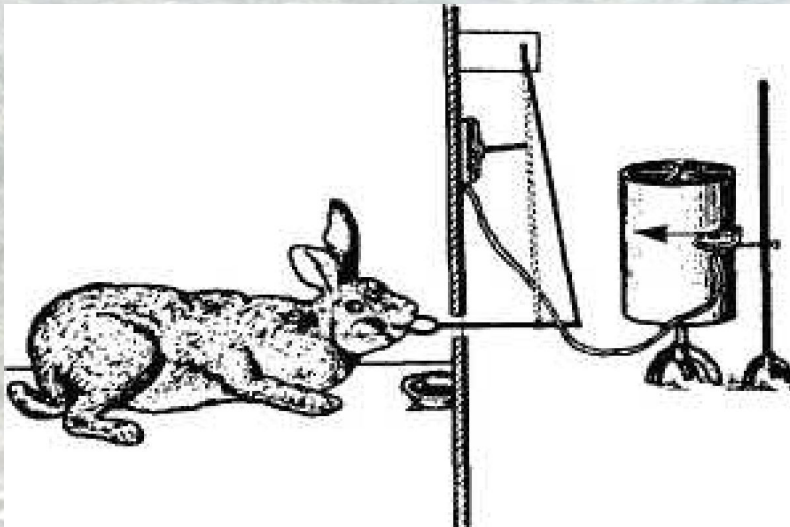
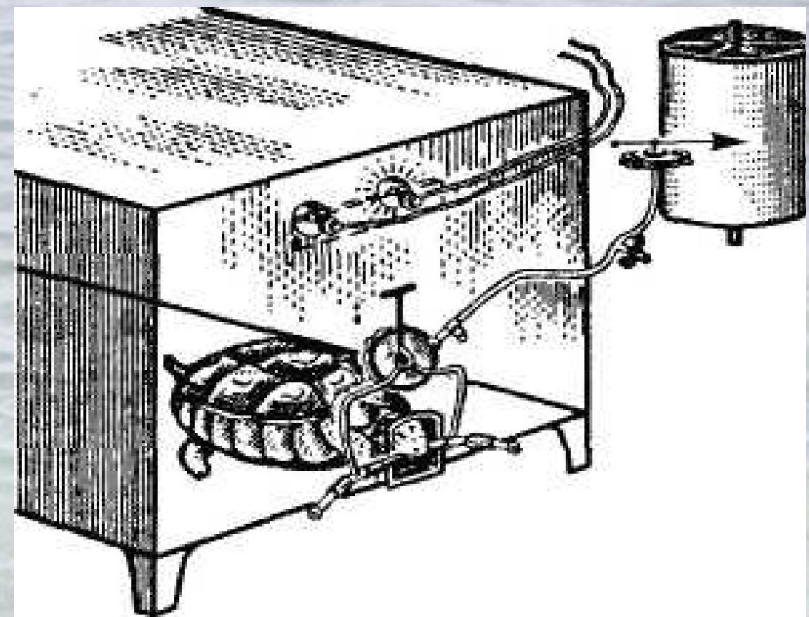
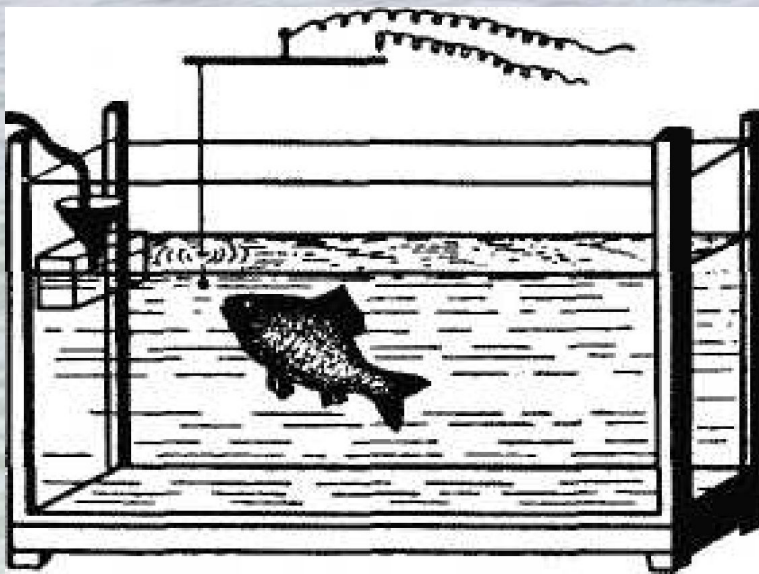
А



Б



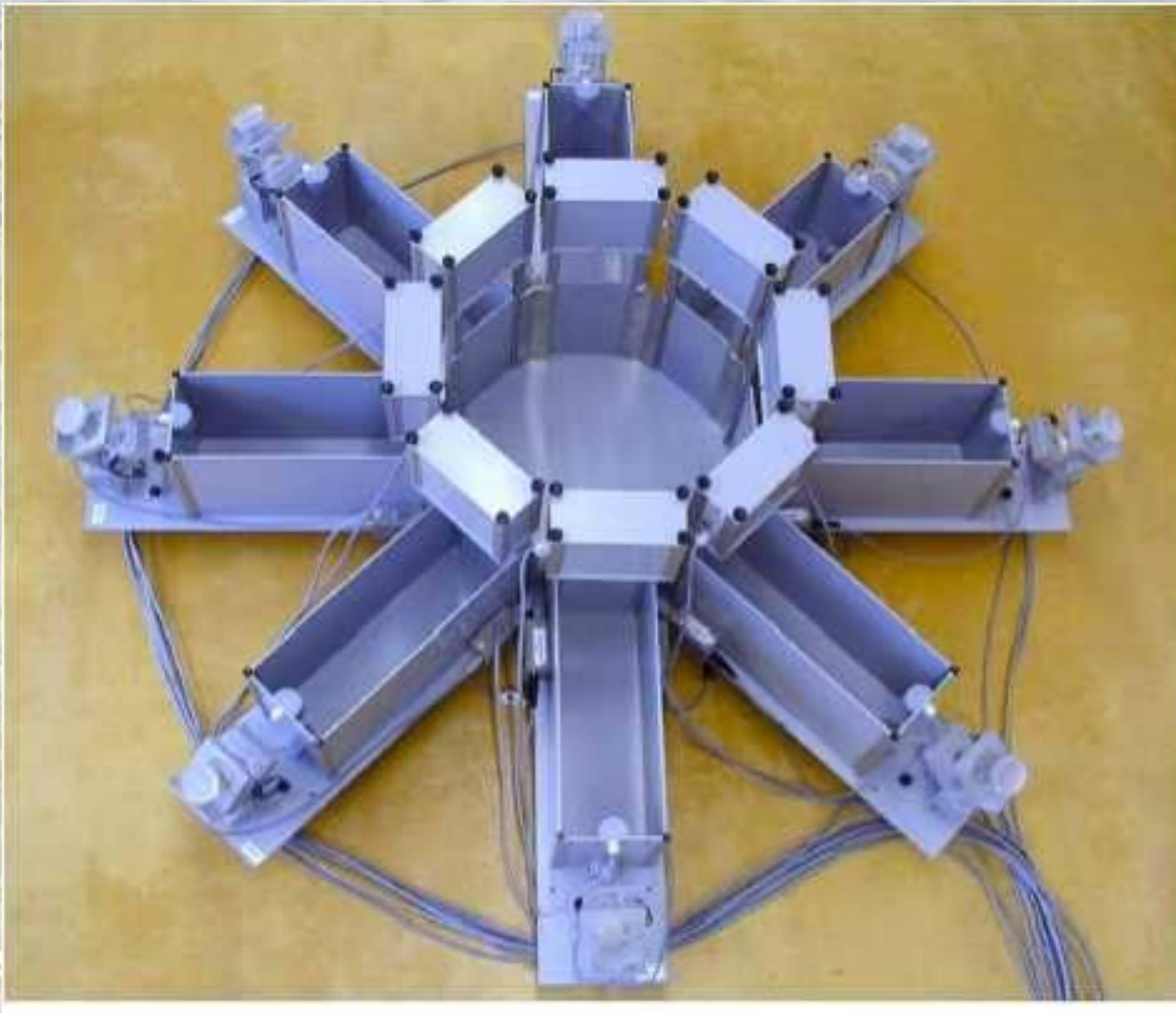
Установка для исследования условных слюнных рефлексов по И.П.Павлову (по Э.А.Асратяну, 1974): А — внутренняя часть экспериментальной камеры; Б — внешняя часть



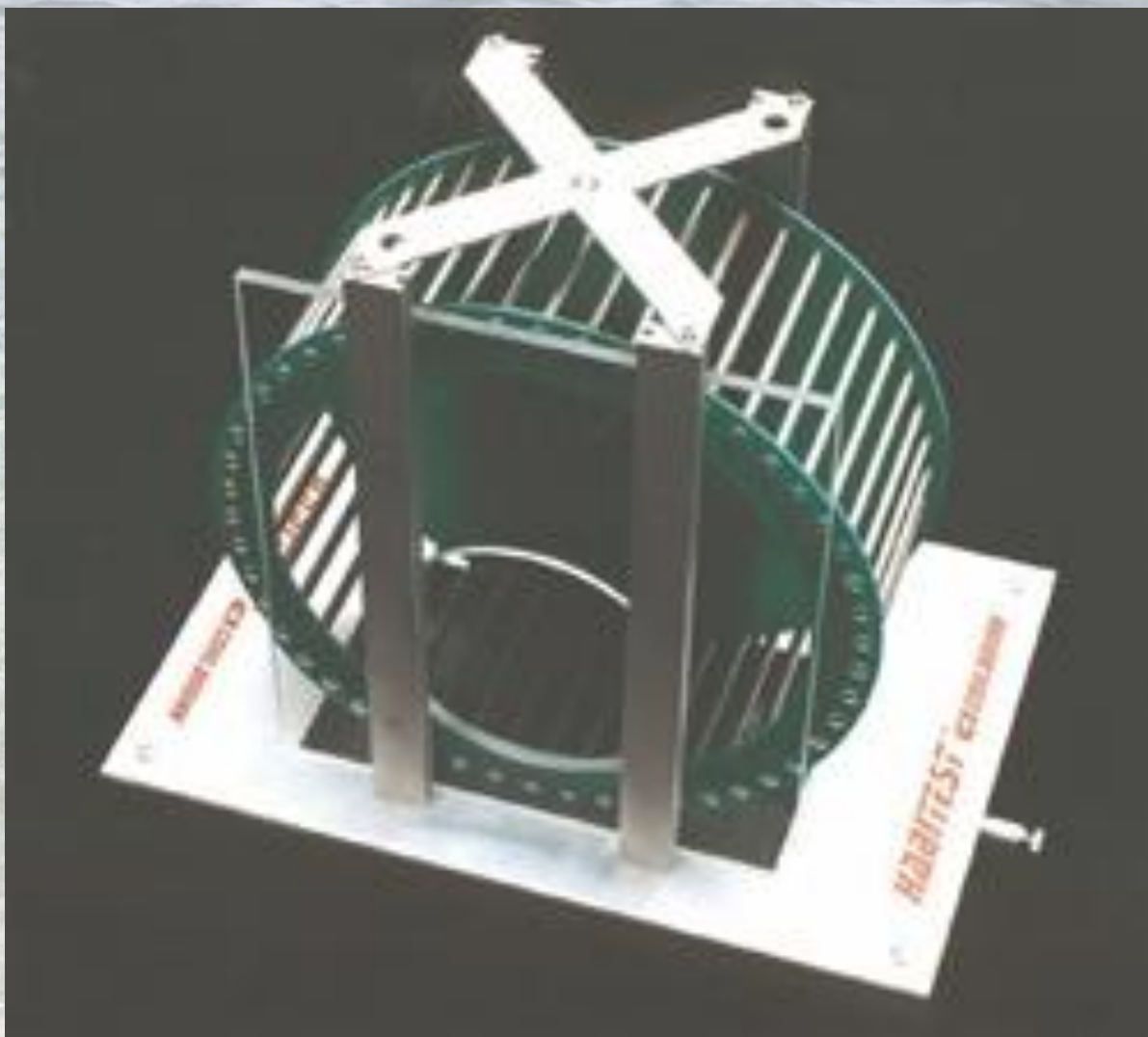
Схемы экспериментальных установок для изучения условных
пищедобывательных рефлексов у животных разных видов (по Л. Г.
Воронину, 1965)



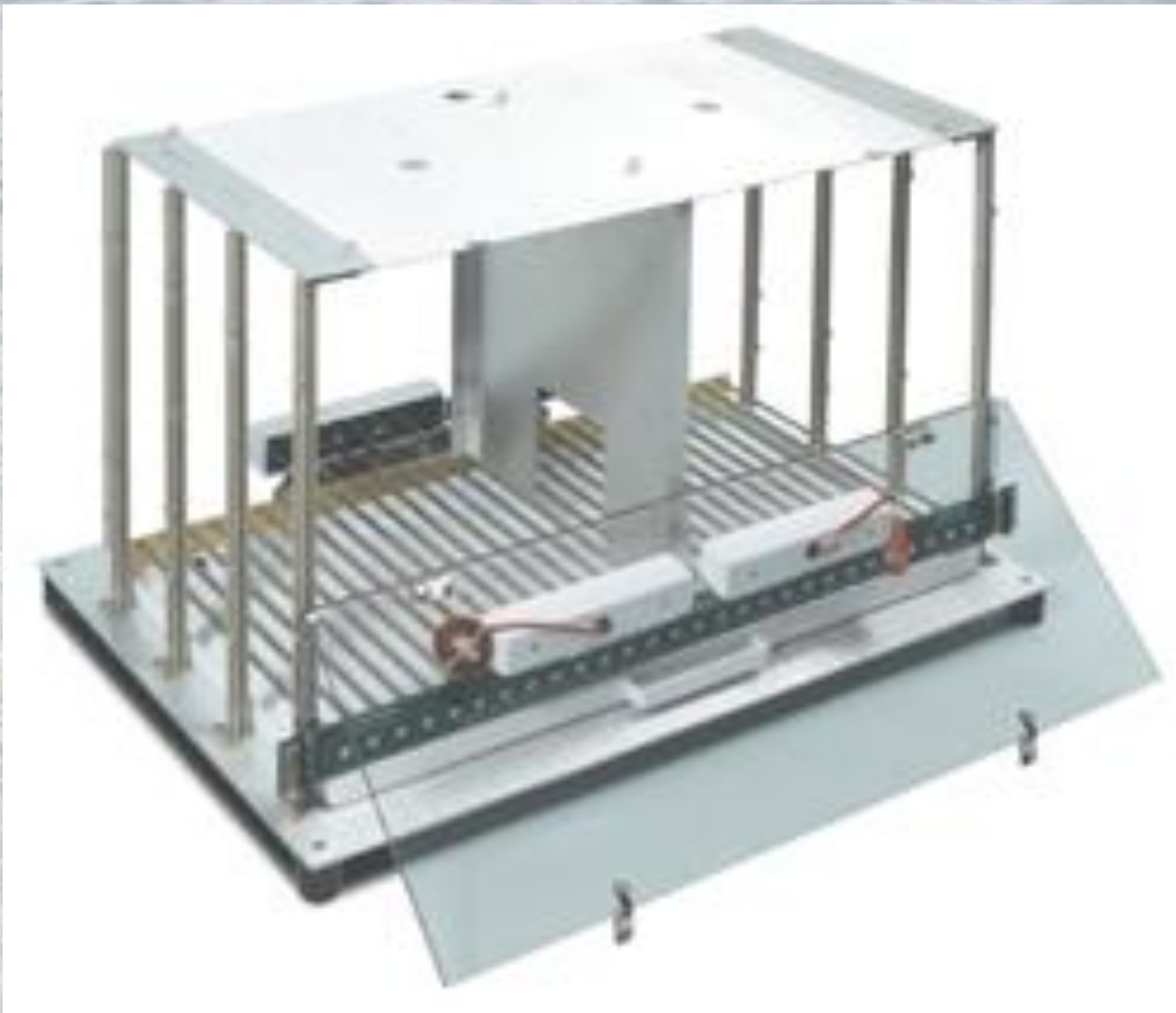
Экспериментальная камера («камера Скиннера») с двумя рычагами, двумя лампочками, верхней подсветкой, электропроводным полом и автоматической кормушкой (TSE Systems)



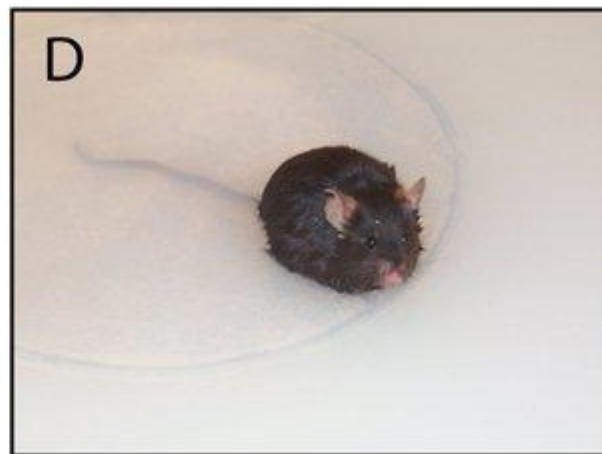
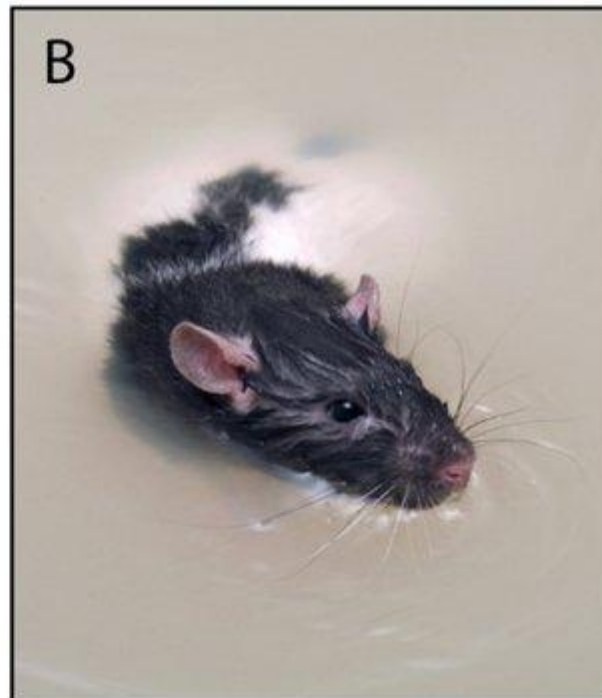
8-лучевой радиальный лабиринт (TSE Systems)



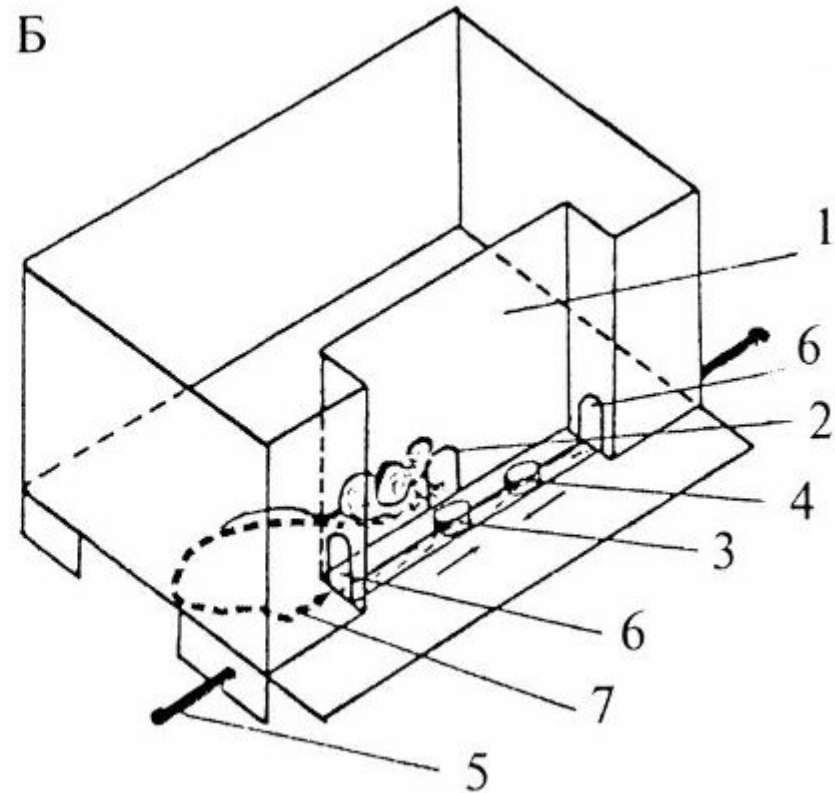
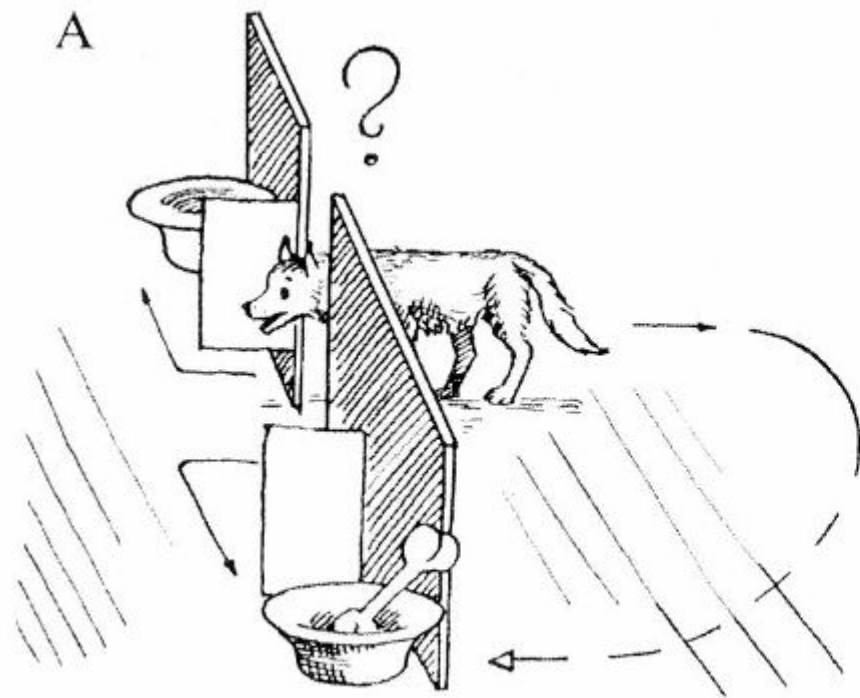
Беговое колесо



Челночная камера

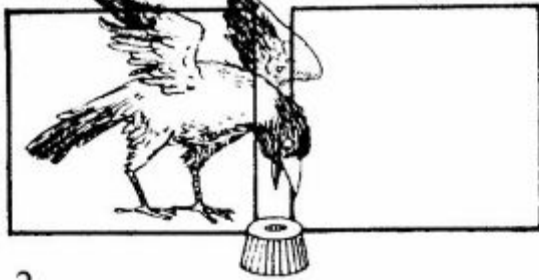


Водный лабиринт, или лабиринт Морриса

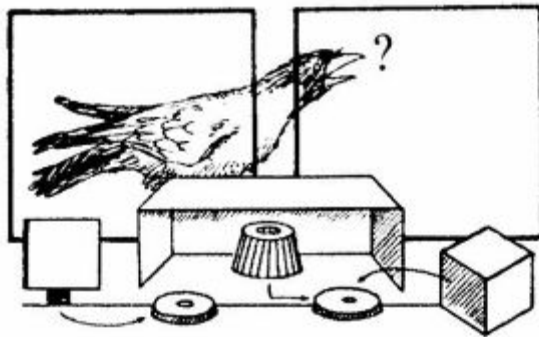


Исследование рассудочной деятельности животных: установка для определения способности к экстраполяции (работы Л.В. Крушинского). А — общий вид установки для опытов с хищными млекопитающими, кроликами и птицами; Б — камера для экспериментов с мышами

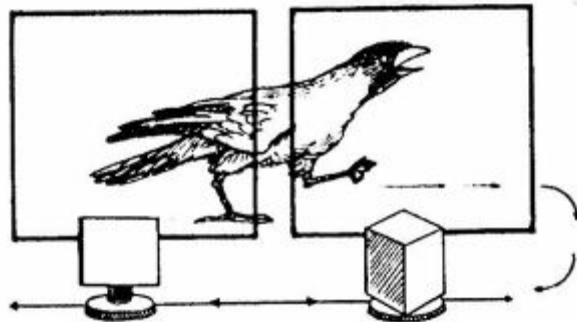
1



2



3



4



Эксперимент по оперированию эмпирической размерностью фигур (животное должно догадаться, что пища может быть спрятана внутри объемной фигуры, но не внутри плоской)

Некоторые другие поведенческие методы:

Открытое поле

Челночная камера

Y-образные лабиринты

Многоальтернативные лабиринты

... и др.

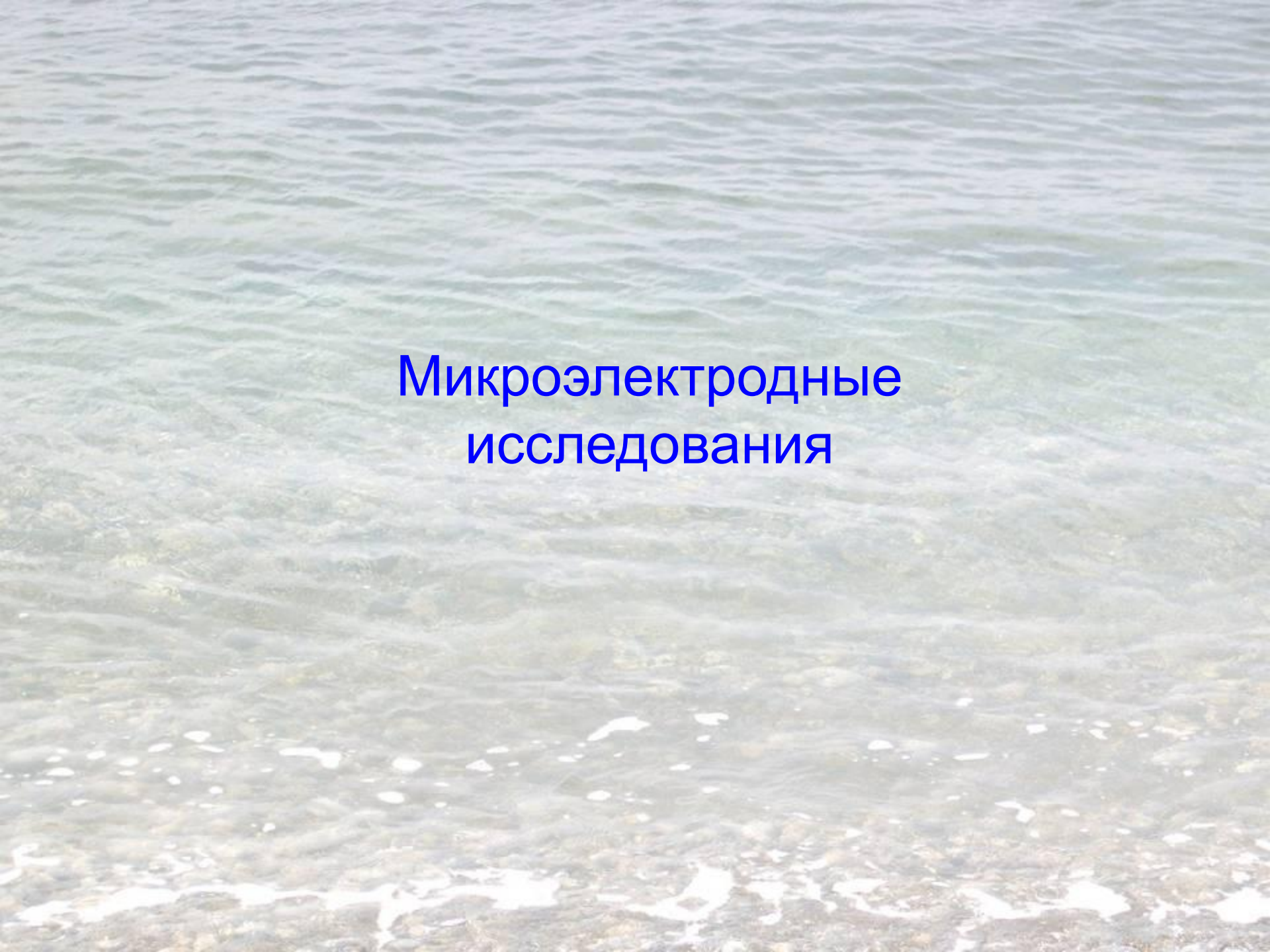
Методы изучения нервной системы:

- **морфологические** – изучение строения нервной системы
- **биохимические** – изучение биохимических процессов в нервной системе
- **физиологические** – разрушение (или функциональное выключение), стимуляция, регистрация процессов в работающей нервной системе

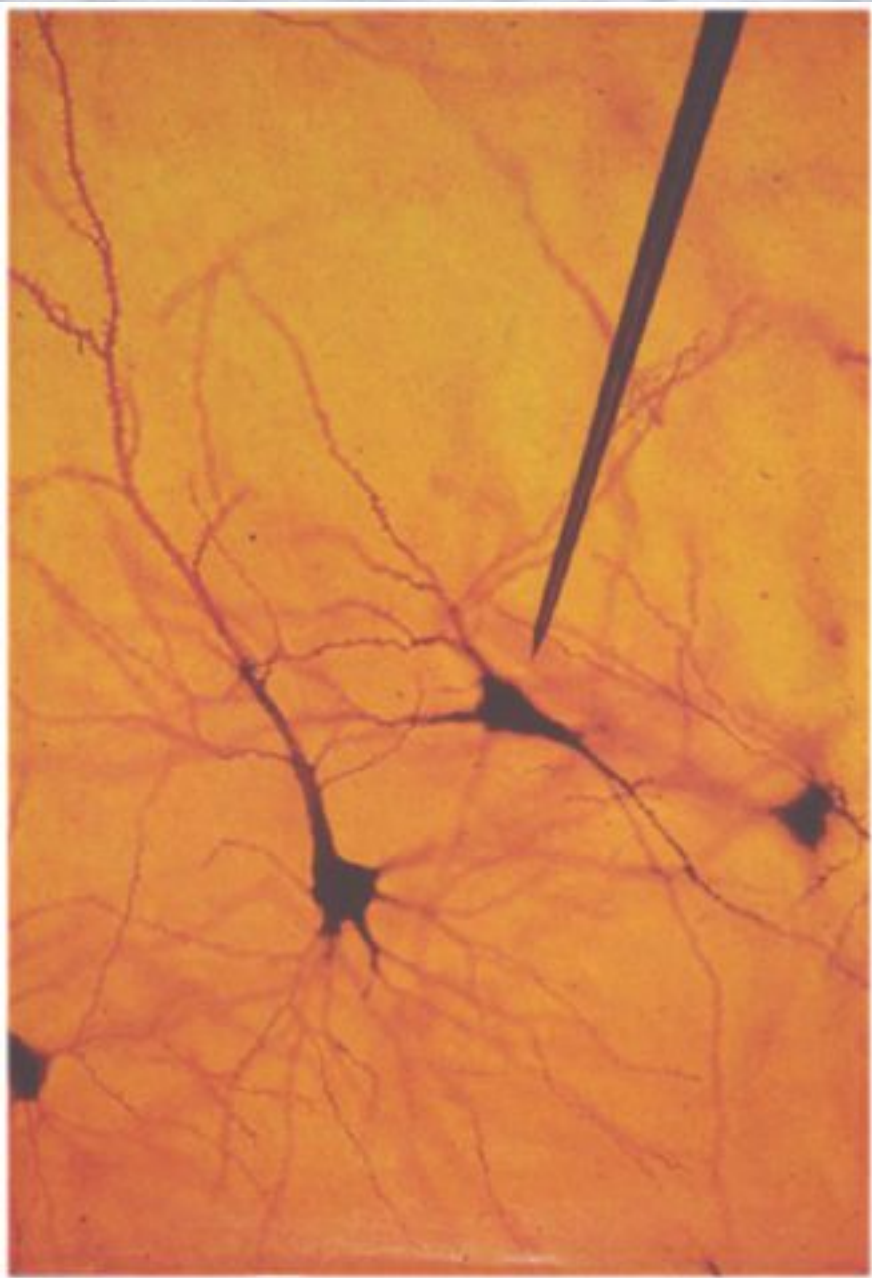
Современные методы на практике обычно сочетают в себе особенности нескольких групп

На практике как правило сочетают несколько методов в одном эксперименте – например, вырабатывают у животного условный рефлекс и при этом регистрируют активность нейронов головного мозга или ЭЭГ, или же ставят перед испытуемым какую-либо когнитивную задачу и при этом получают томографическое изображение его мозга.

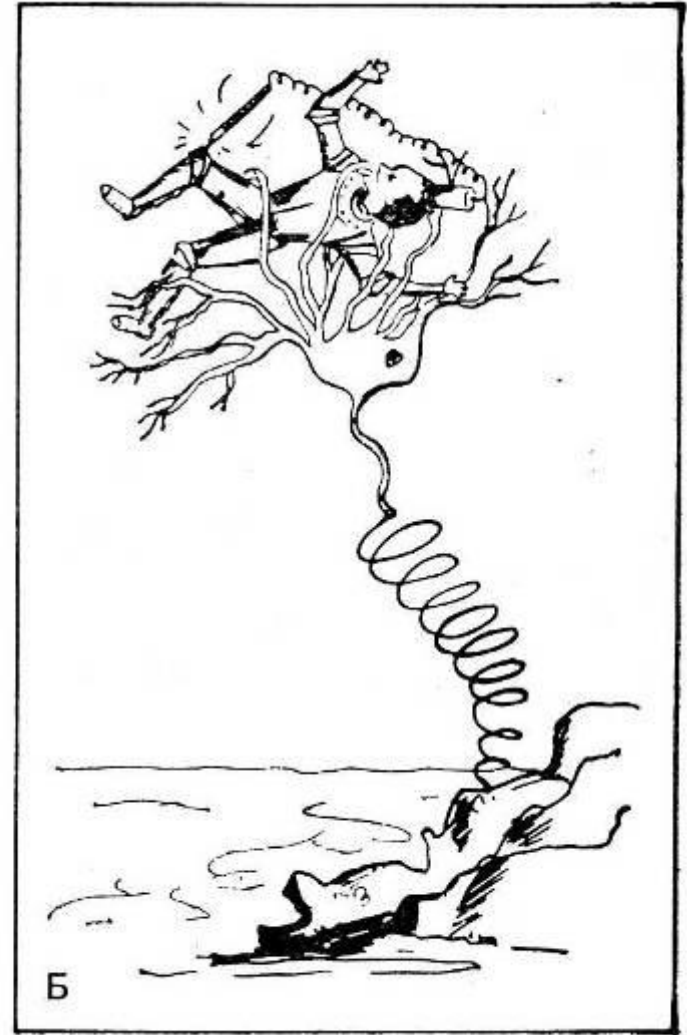
Далее мы рассмотрим некоторые важнейшие методы регистрации активности мозга и важнейших физиологических показателей, отражающих работу мозга.



Микроэлектродные
исследования



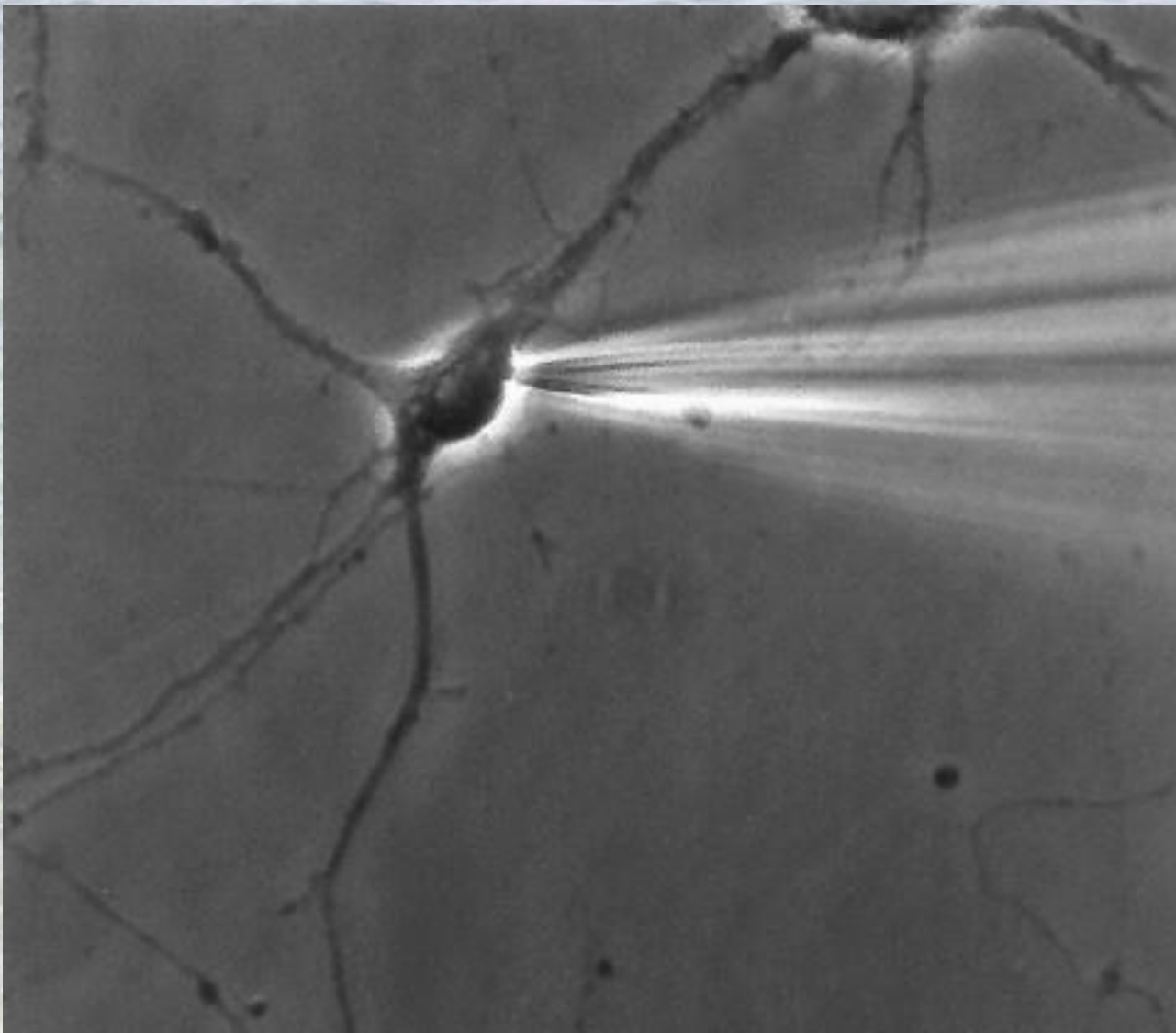
Металлический
микроэлектрод в
зрительной коре
обезьяны.



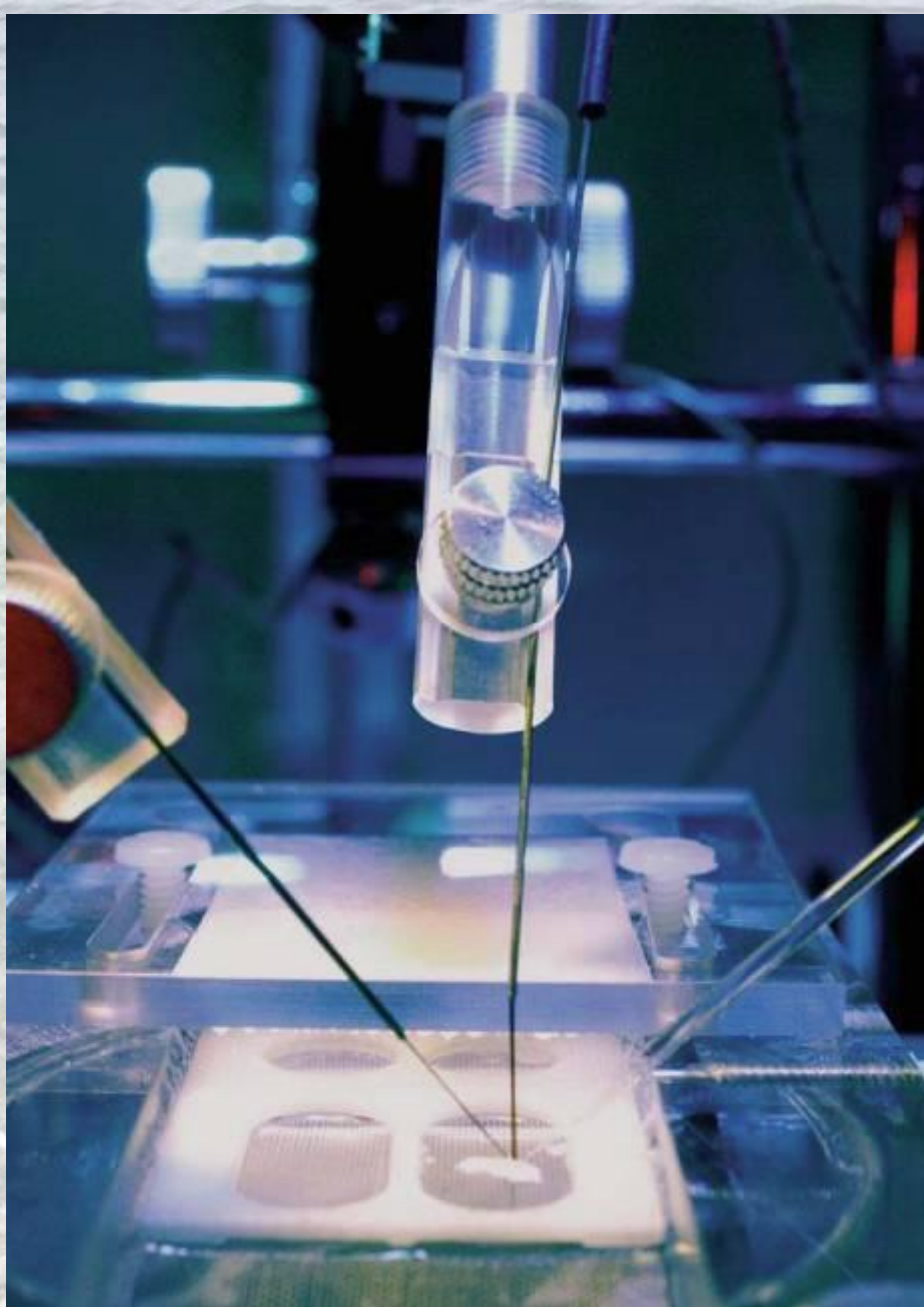
Выразительный рисунок Куффлера, сделанный в первые годы современного этапа развития нейробиологии. Вооруженный надежным микроэлектродом, Дон Кихот хочет раскрыть секреты нейрона (А), однако оказывается, что нейрон активно защищается (Б). (Kuffler, 1958.)



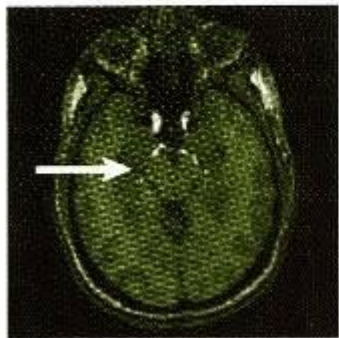
Матрица микроэлектродов



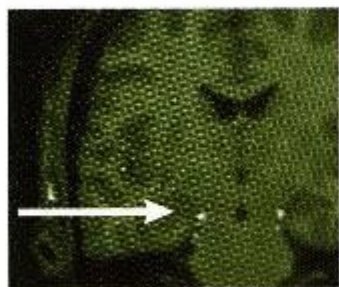
Стеклянный внутриклеточный электрод



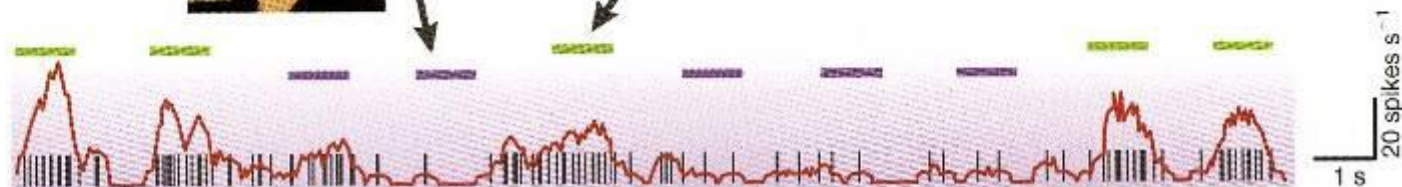
Эксперимент на переживающем срезе мозга



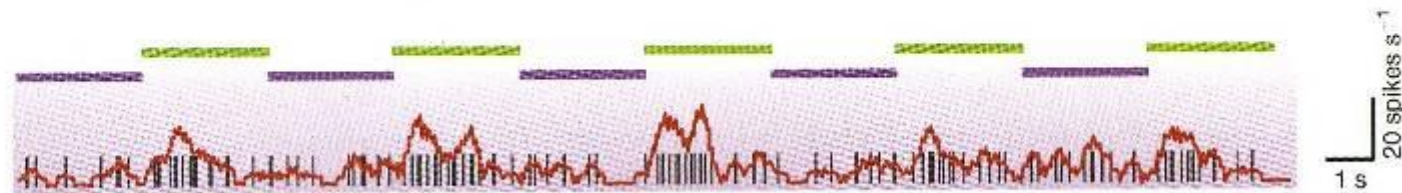
(a)



(b)

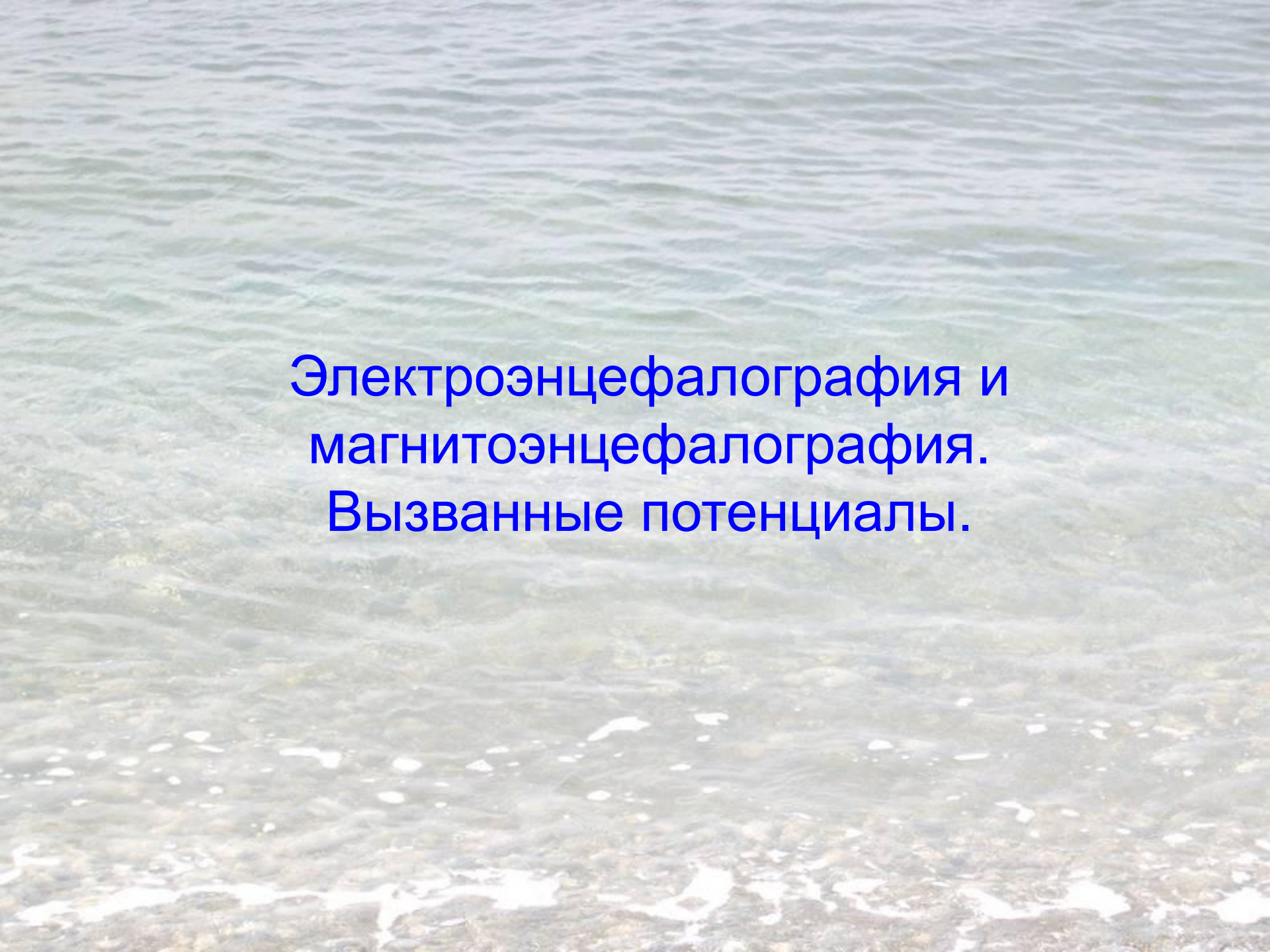


(c)



(d)

Регистрация одиночных нейронов у человека и сознательное восприятие: испытуемый видит одновременно два изображения, подаваемые в разные глаза (лицо и мяч), однако в каждый момент времени осознает лишь восприятие лишь одного из них. Это четко отражается в активности нейронов.

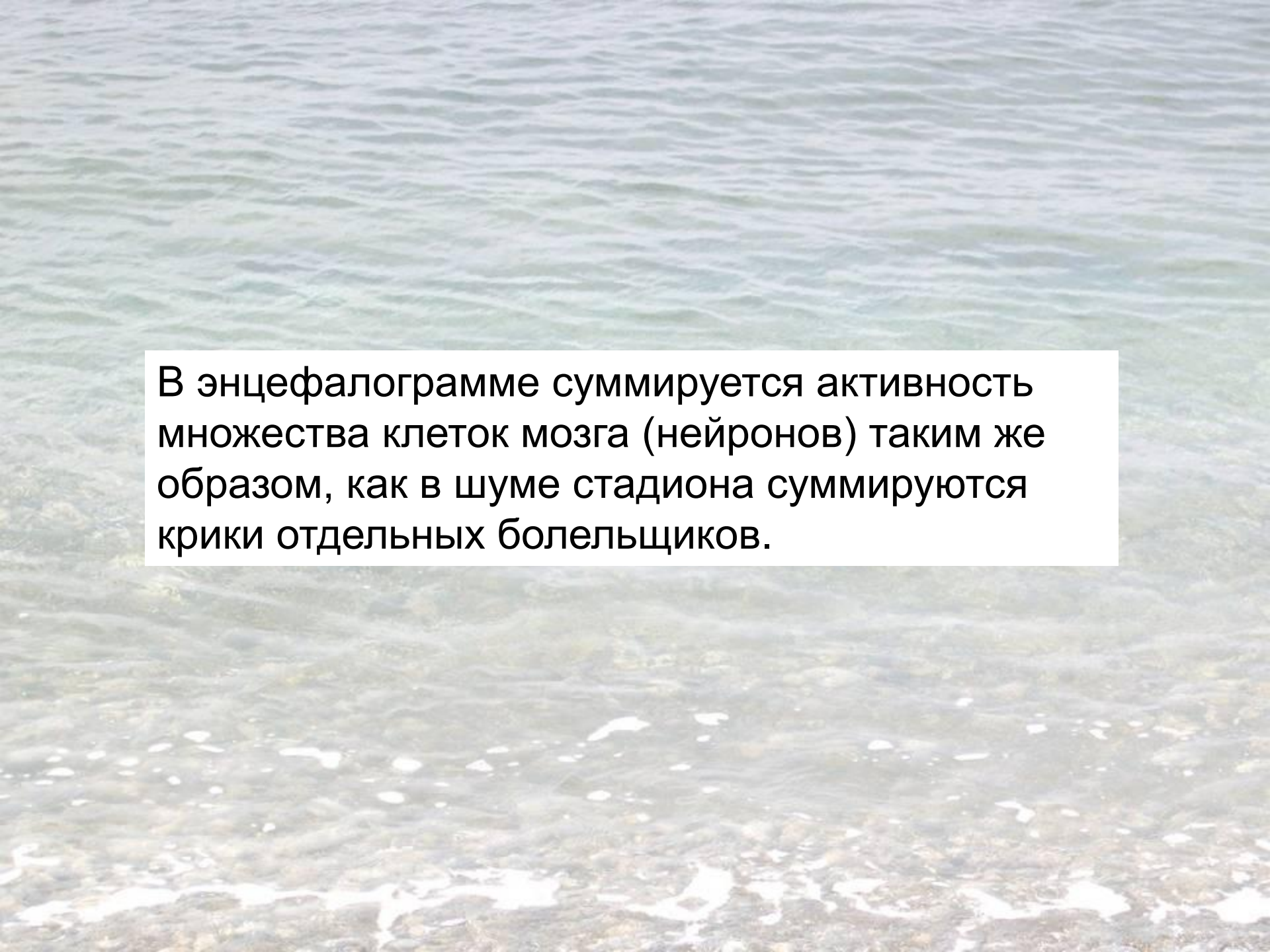


Электроэнцефалография и
магнитоэнцефалография.
Вызванные потенциалы.

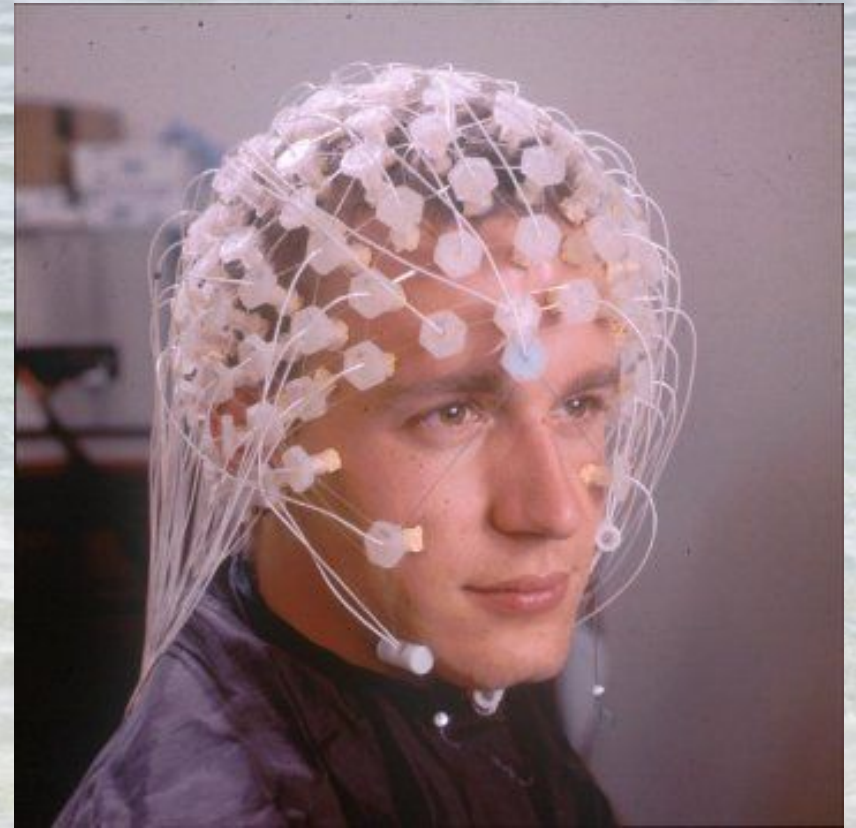
Электроэнцефалография (ЭЭГ):

Метод основан на регистрации электрических потенциалов от кожи головы человека, возникающих как результат электрической активности нейронов мозга, совершенно безвреден, относительно не дорог, дает очень хорошее временное разрешение (порядка миллисекунд), однако не всегда позволяет однозначно связать наблюдаемые явления с анатомическими образованиями мозга.

Существует также **магнитоэнцефалография (МЭГ)**, основанная на регистрации магнитного поля, возникающего как следствие переменных электрических токов в мозге; череп и кожа головы вносят меньшие искажения в МЭГ, чем ЭЭГ, поэтому МЭГ позволяет более точно локализовать источники активности в мозге. В остальном МЭГ аналогична ЭЭГ (но существенно дороже).



В энцефалограмме суммируется активность множества клеток мозга (нейронов) таким же образом, как в шуме стадиона суммируются крики отдельных болельщиков.



Электроды для энцефалографии на
голове испытуемого



Портативный 8-канальный энцефалограф 80-х гг.

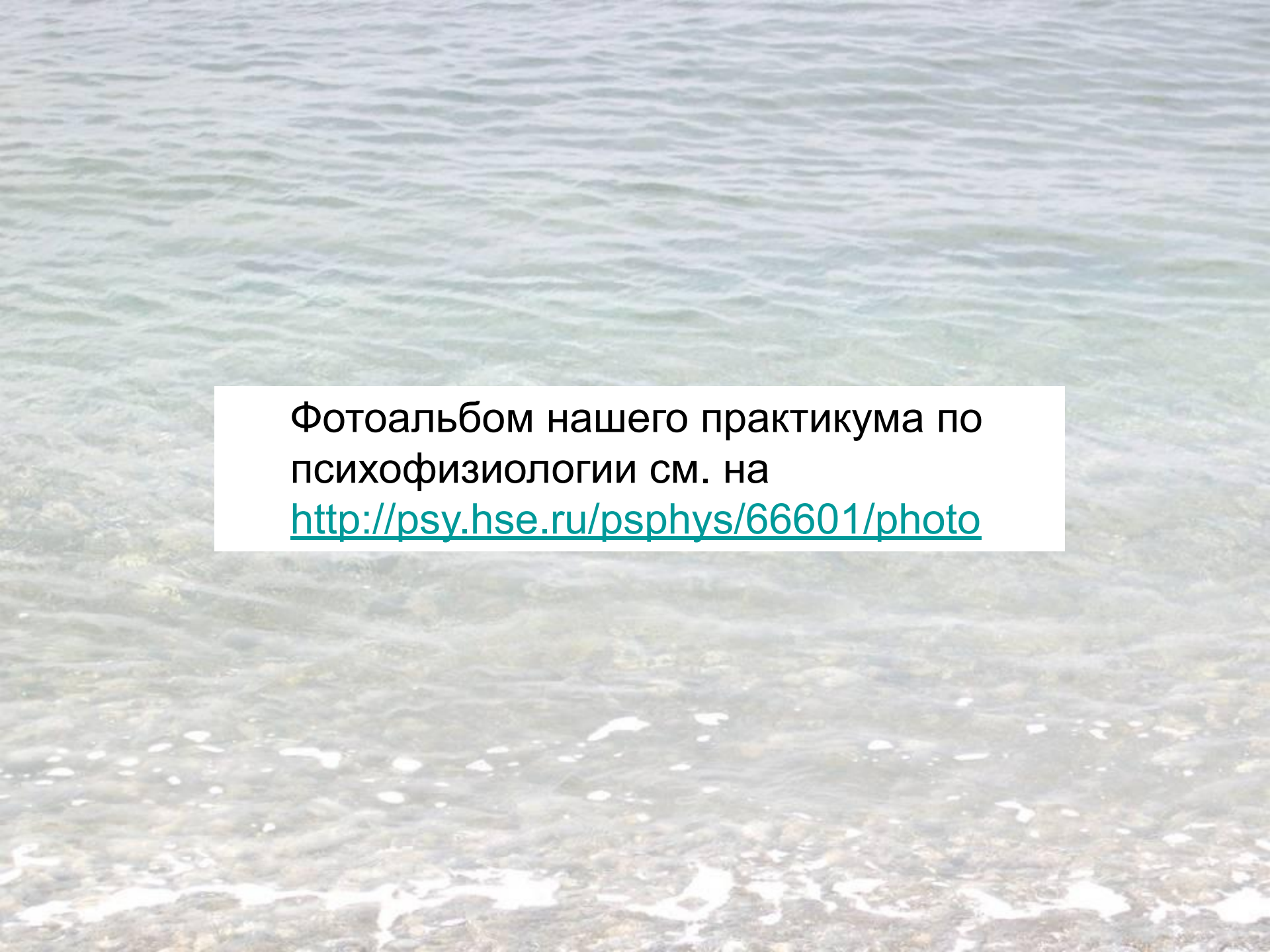


Современный электроэнцефалограф

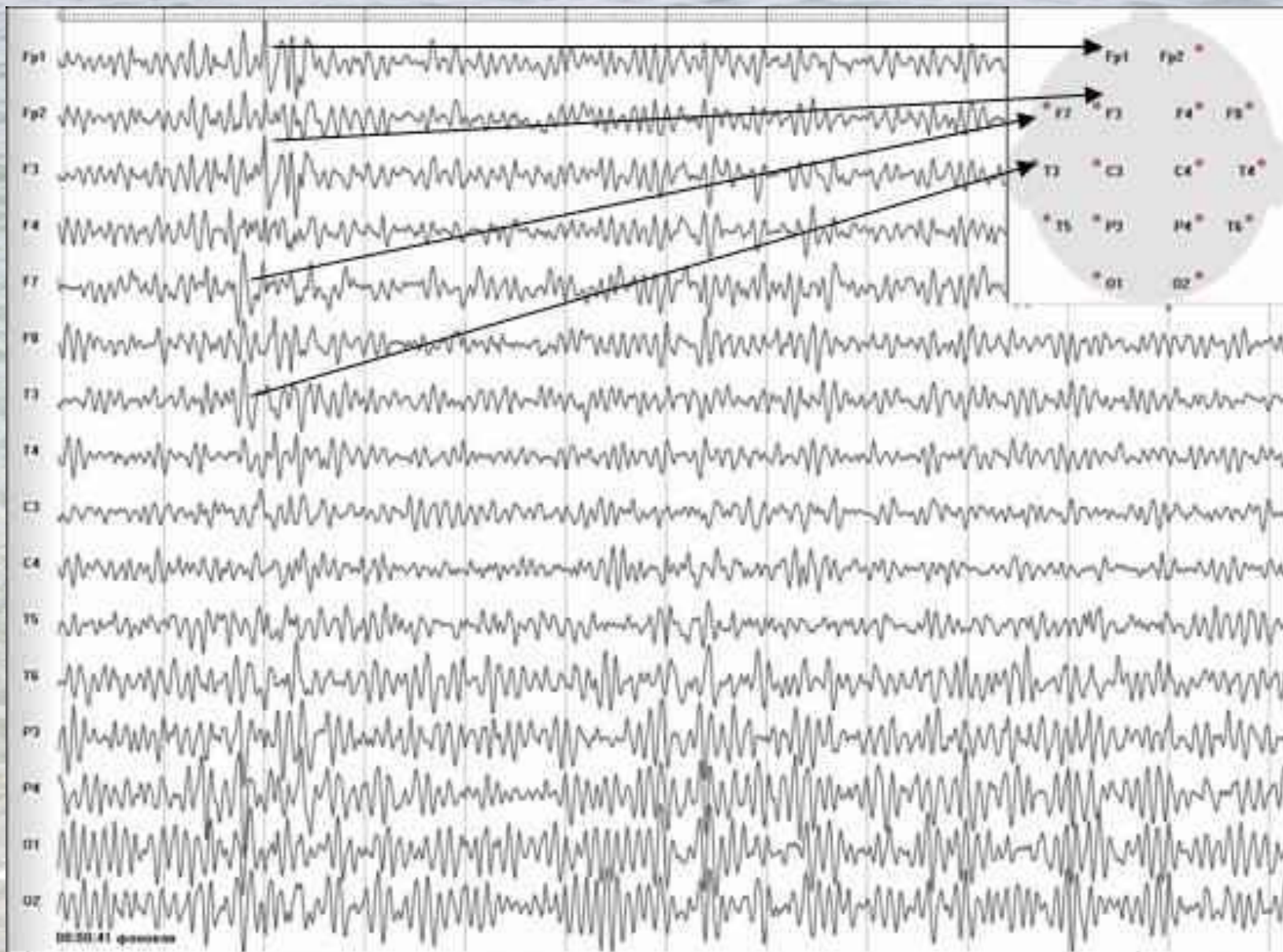


Магнитоэнцефалограф

На фото - магнитоэнцефалограф Elekta Neuromag, запущенный в 2010 г. в Центре нейрокогнитивных исследований (306 каналов МЭГ, 64 канала ЭЭГ)

The background of the slide is a photograph of a rocky beach. The water is clear and shallow, revealing the dark, wet rocks and pebbles on the shore. The water's surface is covered in small, gentle ripples. The overall scene is calm and natural.

Фотоальбом нашего практикума по
психофизиологии см. на
<http://psy.hse.ru/psphys/66601/photo>



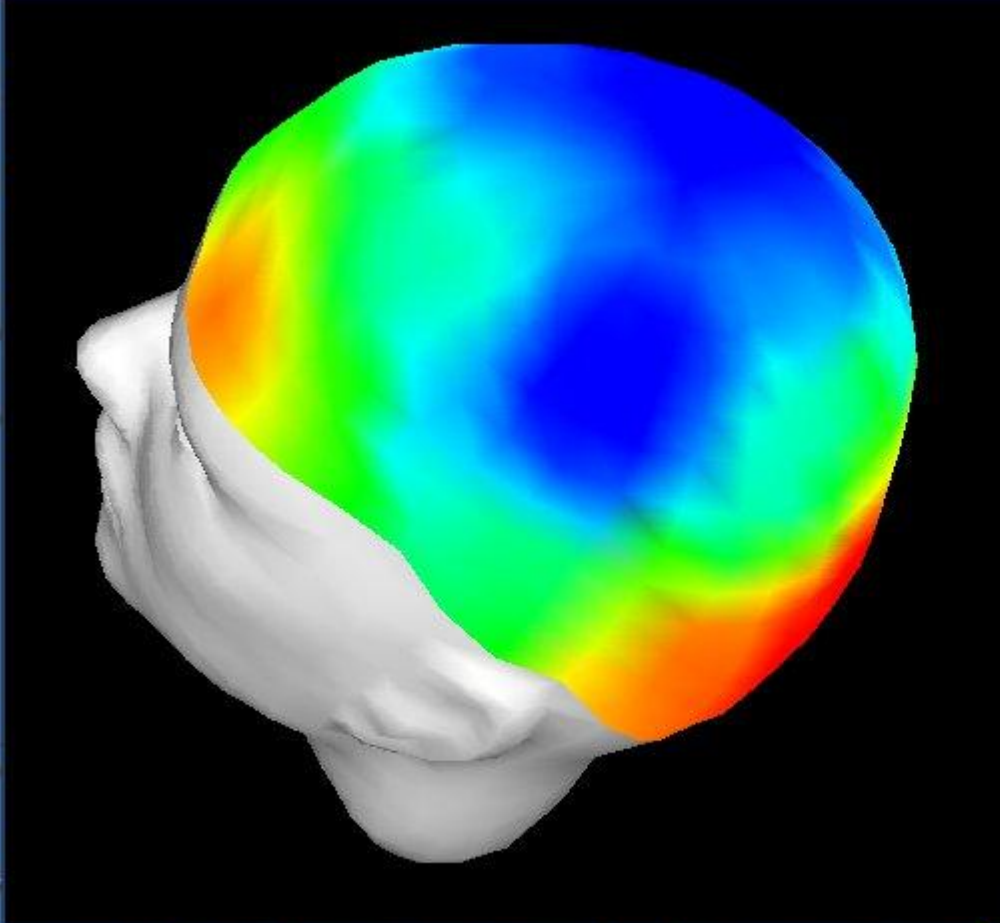
Энцефалограмма

TEMP011 brain electrical activity visualization demo - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Go Favorites Help

Address Links

Walk
Pan
Turn
Roll
Goto
Study



Mapping type:
 Spectrum
 Heat
 Gray

Sensitivity
Min: -25
Max: 25

Sonification

Animation speed

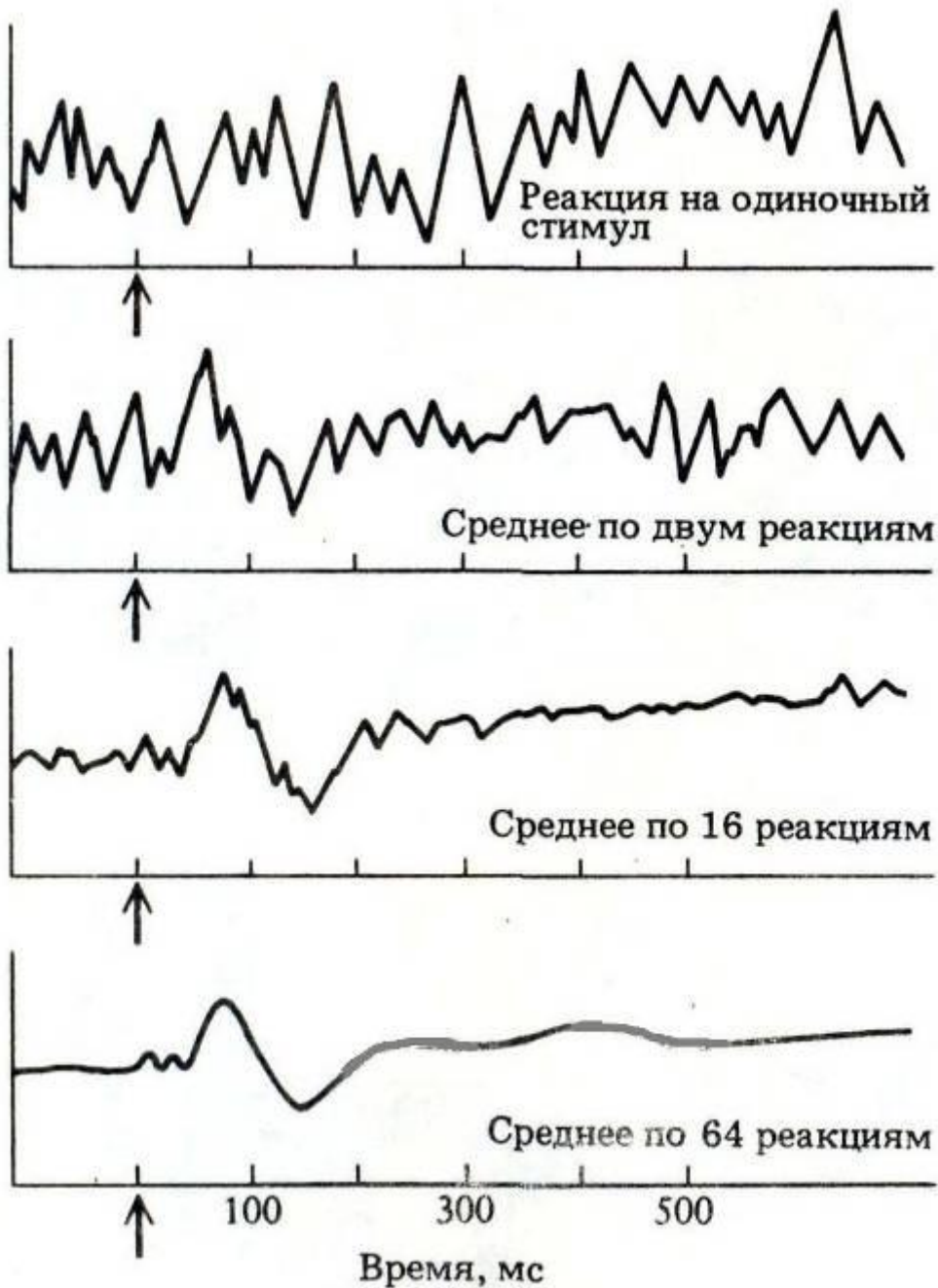
Time: 572.5

Start Pause Stop

Zoom Out Straigten Up View Restore intervista

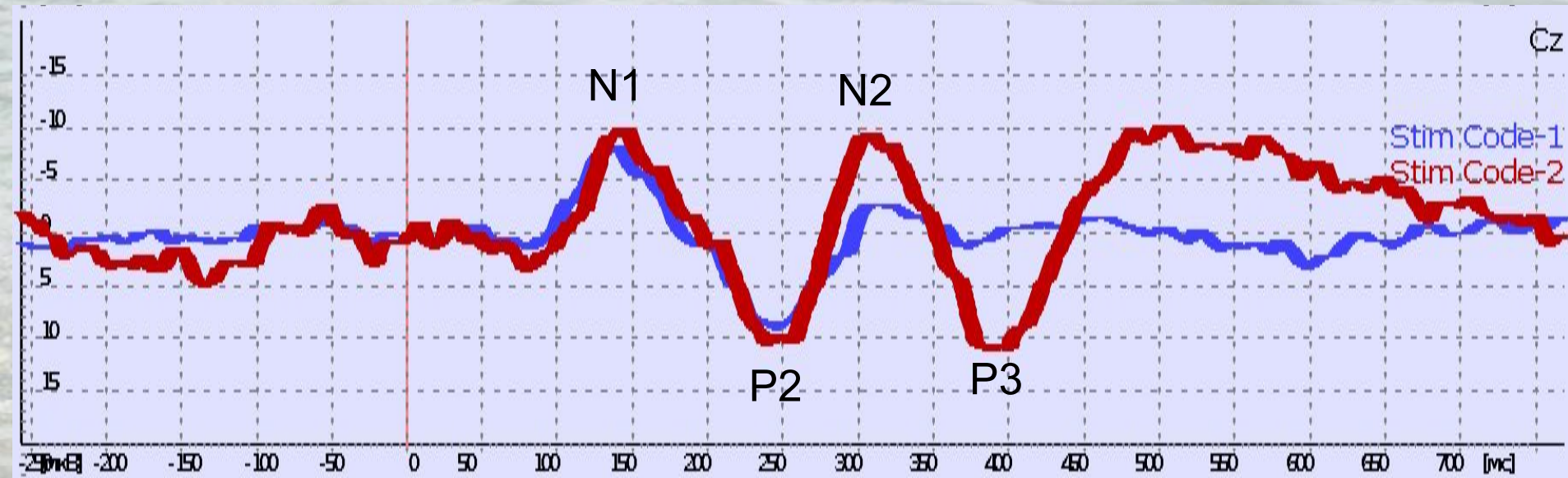
Applet started My Computer

Обработка энцефалограммы



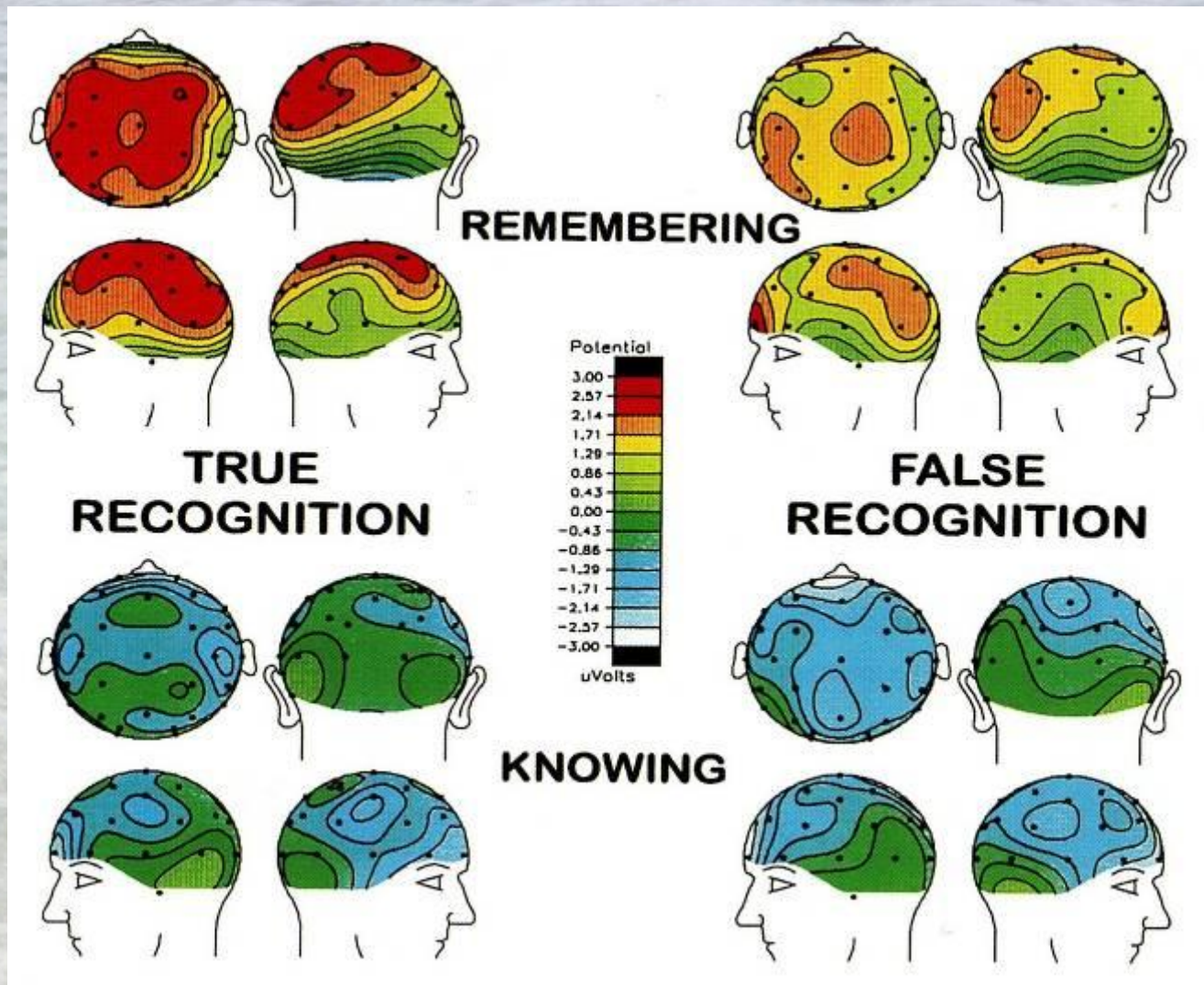
Накопление и усреднение записей реакции на одинаковые стимулы позволяет выявлять **вызванные потенциалы**.

На одиночных записях вызванный потенциал обычно не виден, т.к. замаскирован спонтанной активностью мозга.



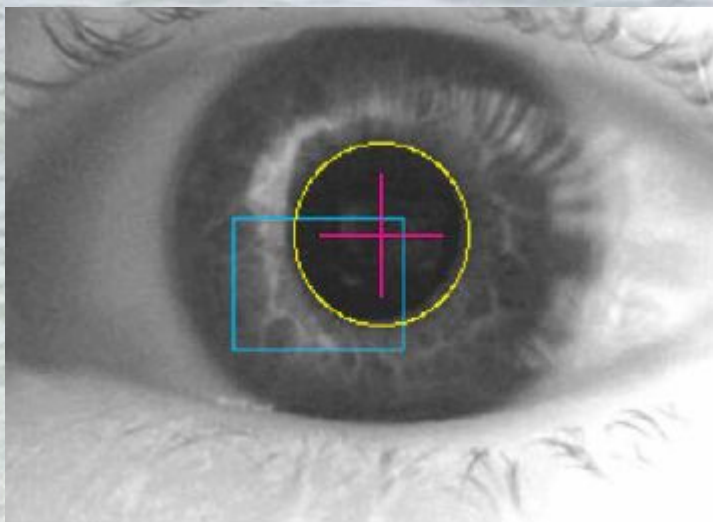
Пример вызванных потенциалов на стимулы при отсутствии внимания (синяя линия) и при наличии внимания к стимулу (красная линия).

Еще одно понятие, родственное вызванным потенциалам - это **потенциалы, связанные с событиями (ПСП)**. При исследовании ПСП применяют когерентное усреднение не только относительно стимула, но и относительно других событий (например, относительно нажатия испытуемым на кнопку, перемещения направления его взгляда и т.п.)



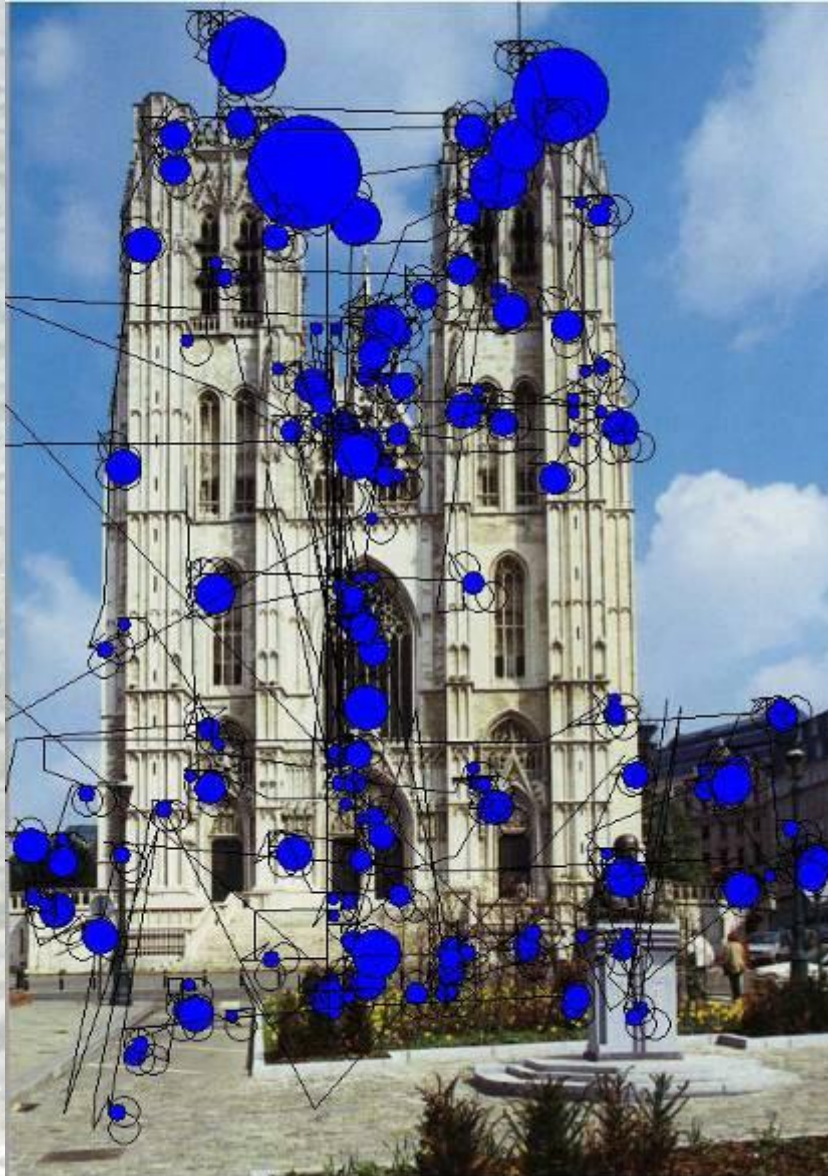
Вызванные потенциалы часто представляют в виде карт, показывающих цветом значение потенциала (в микровольтах) в заданные моменты времени

Окулография



Видеоокулография: глаз снимают на видеокамеру в инфракрасном свете, и на изображении определяют координаты более темного зрачка.

(В обычной окулографии для регистрации движений глаз накладывают электроды на кожу вокруг глаз).



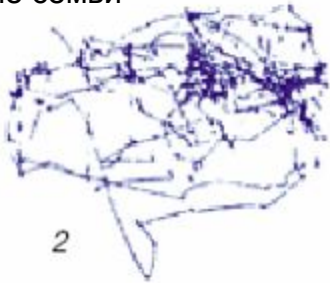
Пример окулографической регистрации при разглядывания человеком изображения

Свободное
рассматривание

а



1
Оценить
материальное
положение семьи



2



3
Определить
возраст

3

Чем занималась
семья до
прихода...



4



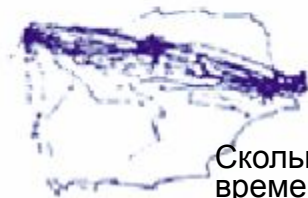
5
Запомнить одежду

5

Запомнить
предметы и людей
в комнате



6



7
Сколько
времени
отсутствовал...

7



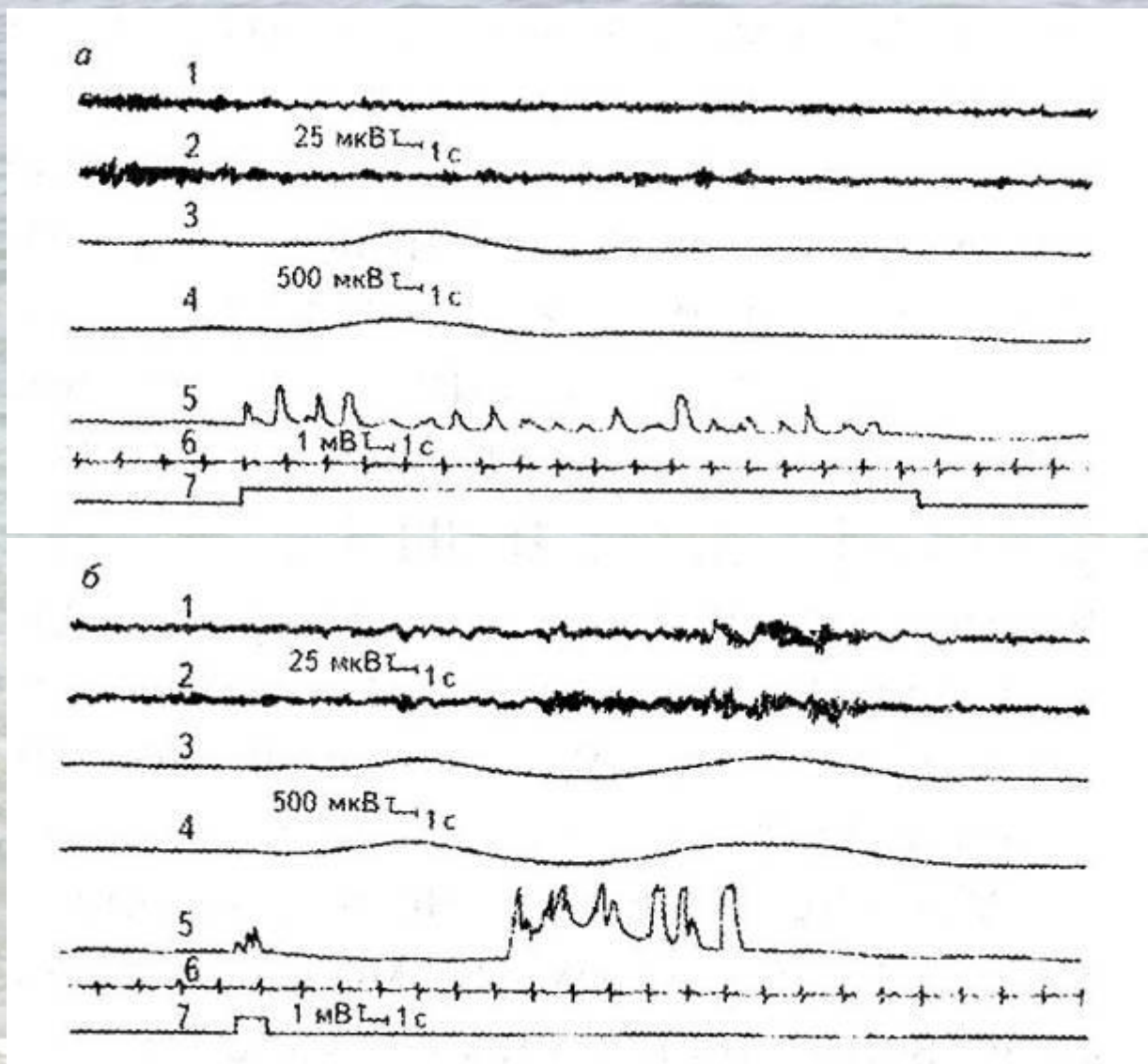
Окулографическая регистрация
рассматривания испытуемым
картины при выполнении
различных заданий (по Ярбусу)

Полиграфические методы

Полиграфия включает в себя одновременную регистрацию от испытуемого нескольких физиологических параметров, в том числе:

- ЭЭГ – электроэнцефалограмма
- КГР – кожно-гальваническая реакция (проводимость кожи, зависящая от ее влажности – очень чувствительный параметр, демонстрирующий эмоциональное напряжение)
- ЭКГ – электрокардиограмма (электрическая активность сердца)
- ЭМГ – электромиограмма (электрическая активность мышц)
- Окулограмма (движения глаз)
- Пневмограмма (дыхание)

Полиграфическая методика лежит в основе **«детектора лжи»**



Образец многоканальной полиграфической записи физиологических функций испытуемого при прослушивании (а) и воспроизведении (б) списка слов. 1, 2 – ЭЭГ, отведения О1 и О2 левого и правого полушария соответственно, 3, 4 – КГР левой и правой руки; 5 – фонограмма, 6 – ЭКГ, 7 – отметка программы опыта

Томографические методы

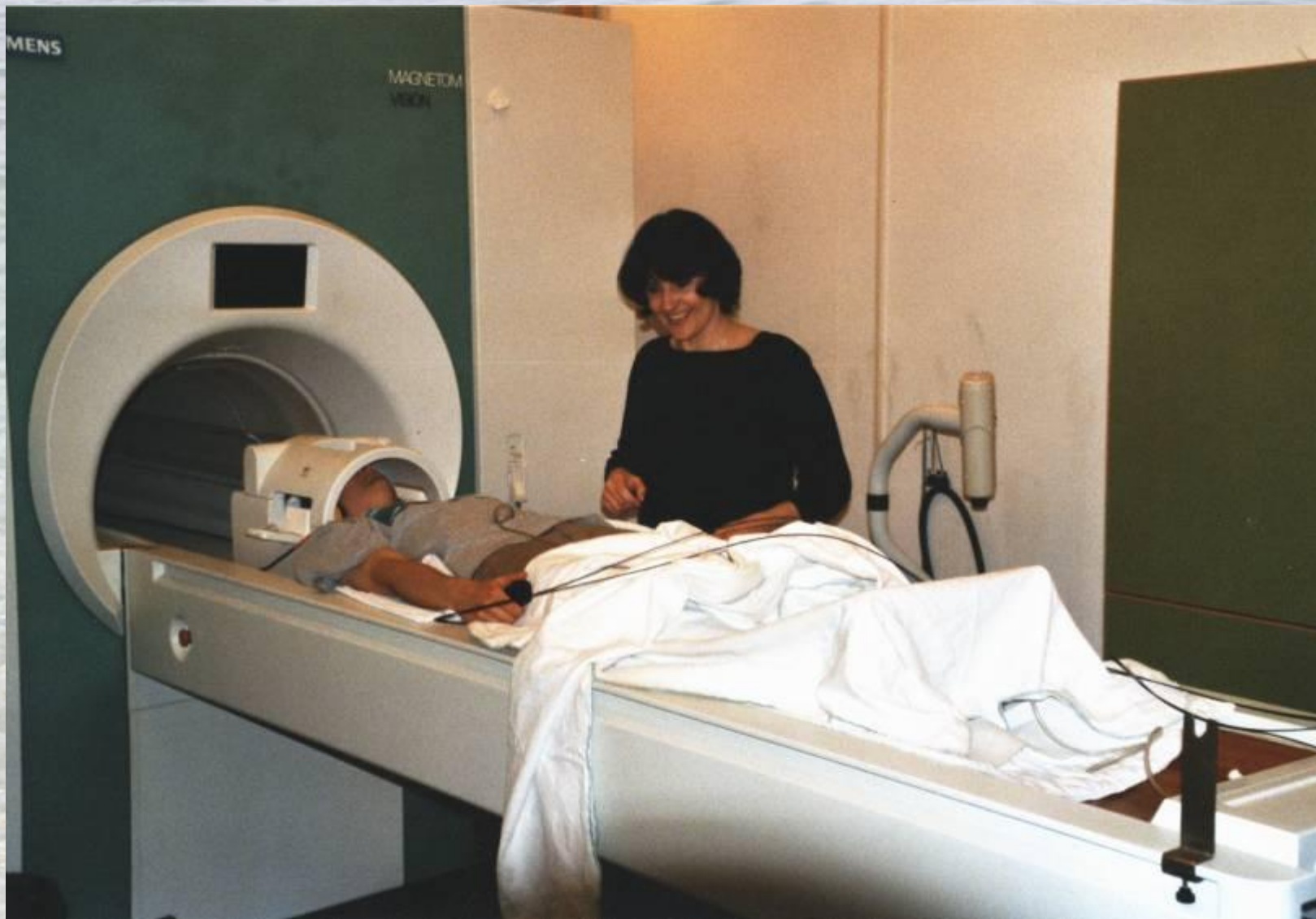
Основные методы трехмерной визуализации мозга:

Компьютерная томография – реконструкция трехмерной анатомической структуры на основе серии рентгеновских снимков. Не позволяет наблюдать активность мозга.

ЯМР-томография (магниторезонансная томография, МРТ) – основана на явлении ядерного магнитного резонанса. Ее разновидность – так называемая **функциональная ЯМР (фЯМР или фМРТ)** – позволяет наблюдать активность мозга

ПЭТ-томография (позитрон-эмиссионная томография) – основана на регистрации излучения от слаборадиоактивного вещества, которое вводится в кровь. Позволяет увидеть скорость потребления глюкозы и соответственно обнаружить наиболее активные участки мозга

Все три метода дают трехмерное изображение живого мозга и относительно безвредны, но они не позволяют наблюдать быстрые процессы (сканирование занимает не меньше нескольких минут) и очень дороги.



ЯМР томография

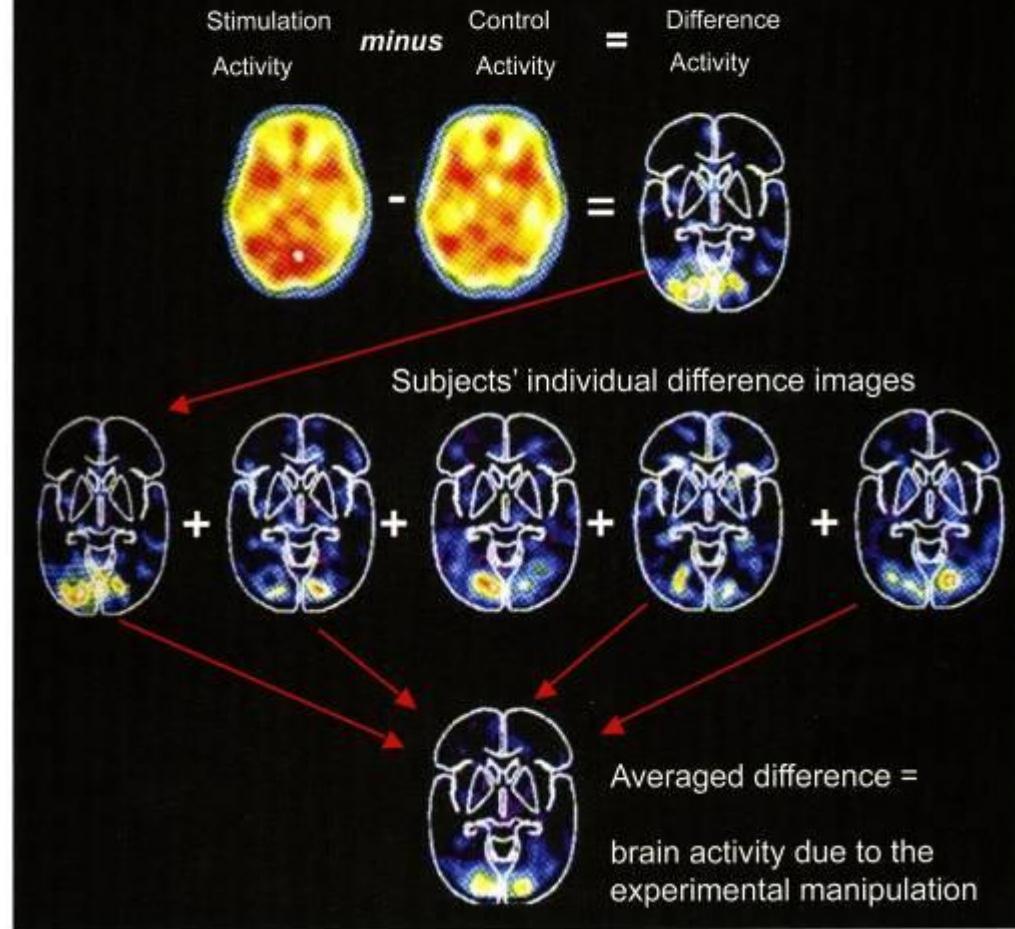


ЯМР томография

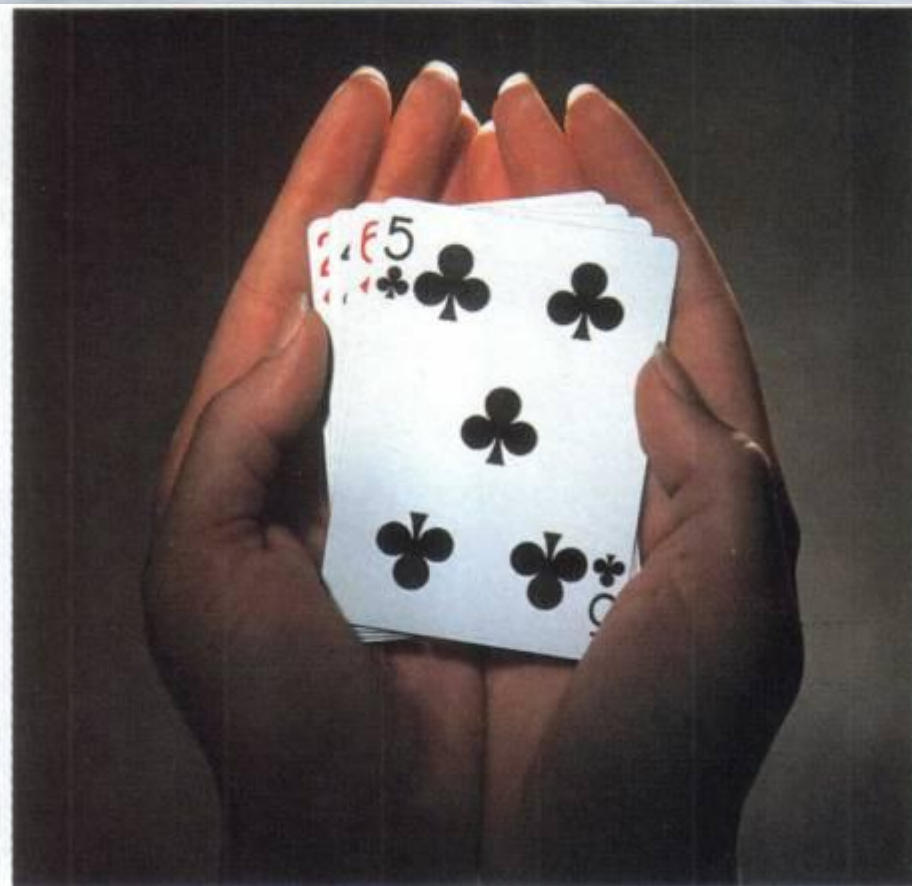


ПЭТ томография

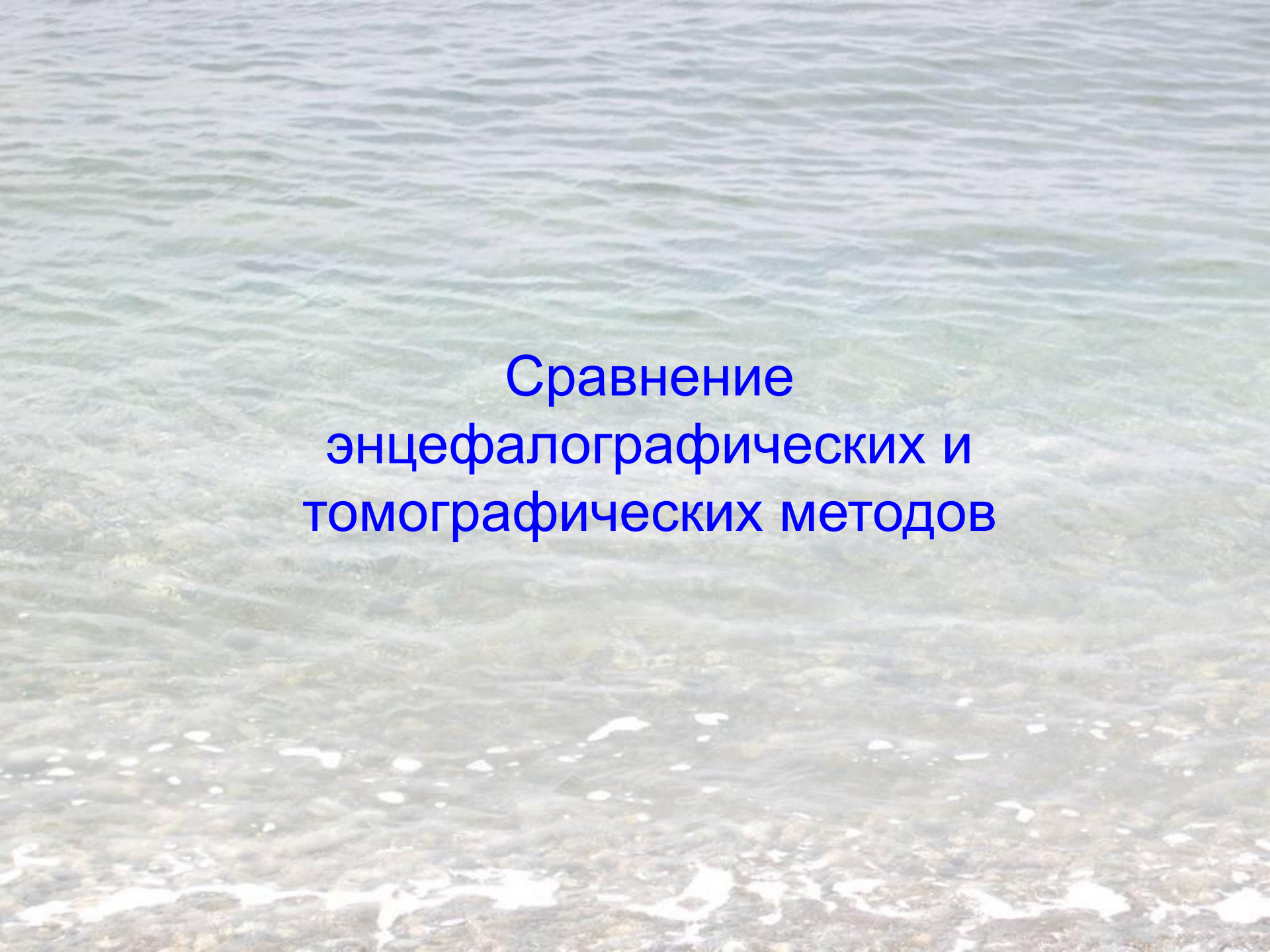
PET and fMRI SUBTRACTION METHOD



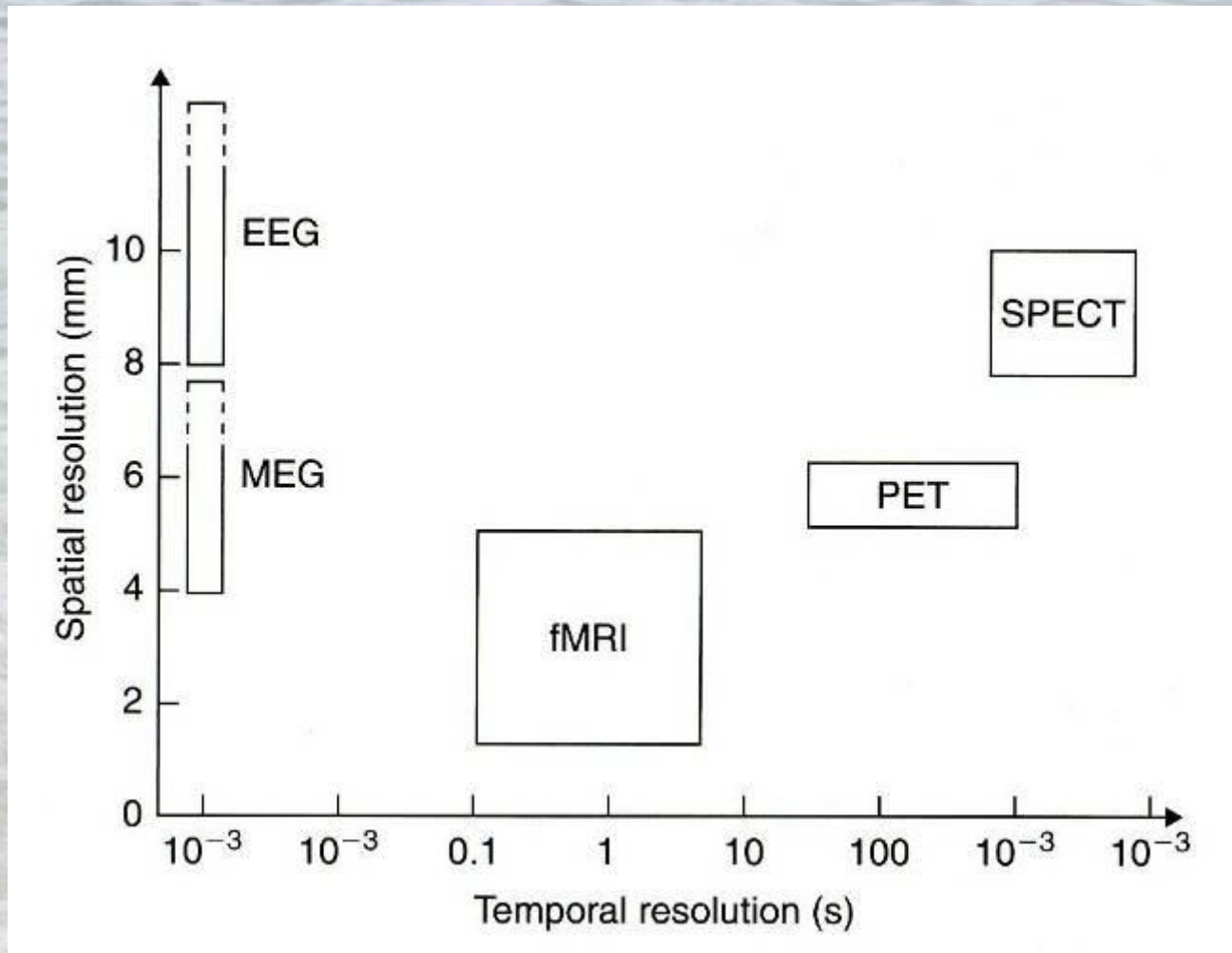
В фЯМР и ПЭТ томографии применяется **вычитание** уровня активности в контрольной ситуации из уровня активности в экспериментальной ситуации. Далее полученный результат усредняется по реализациям эксперимента и по испытуемым.



На изображении среза мозга, полученном с помощью фЯМР, выделены два участка, активность которых повышается, когда человек отрицает, что на руках у него пятерка трэф



Сравнение
энцефалографических и
томографических методов



Соотношение пространственного и временного разрешения для основных методов изучения активности человеческого мозга.

