

# **Физиология человека и животных**

Лекторы: проф. Е.К. Айдаркин  
Доцент И.В. Соболева

# Основные задачи курса:

1. Формирование функционального мышления (функции органов, их систем, организма в целом)
2. Формирование навыков функциональной диагностики (оценка состояния органов, их систем, организма в целом)
3. Оценка и интерпретация уровня здоровья ( в различных условиях деятельности)

# Предмет физиологии

---

1. Основы физиологии человека. (Учебник для вузов) /Под ред. Б.И.Ткаченко. СПб, в 2 томах. 1994.
2. Начала физиологии. /Под ред. А.Д.Ноздрачева. М. 2000.
3. Физиология человека. /Под ред. В.М.Покровского, Г.Ф.Коротько. М. 1997.
4. Физиология человека (Н.А.Агаджанян и др.) СПб, 1998.

# Предмет физиологии

- Физиология (от греческ. *physis* – природа, *logos* – ученье) – наука, изучающая закономерности функционирования живых организмов, их отдельных систем, органов, тканей и клеток в онто- и филогенезе

**«Физиология - это научный стержень,  
на котором держатся все науки.**

**В сущности в медицине имеется лишь  
одна наука: наука о жизни или  
физиология»**

*Клод Бернар*

# Задачи физиологии

## Изучение функций:

- здорового организма в целом;
- различных систем, органов, тканей, клеток

## Изучение механизмов:

- взаимодействия различных органов и систем в целостном организме;
- регуляции функционирования органов и систем;
- взаимодействия организма с окружающей средой.

*«Задача физиологии состоит в том, чтобы понять работу человеческого организма, определить значение каждой его части, понять, как эти части связаны, как взаимодействуют и как вследствие их взаимодействия получается валовой результат – общая работа организма»  
(И.П.Павлов).*

# Предмет физиологии

- **Физиологическая функция** – проявление жизнедеятельности организма и его частей, имеющих приспособительное значение и направленные на достижение полезного результата (обмен веществ, энергии и информации)

**Регуляция** - совокупность физиологических механизмов (активное управление функциями), обеспечивающих функционирование организма как единого целого и согласованность его функций в процессе взаимодействия с внешней средой

**Механизм** – последовательность состояний, процессов, определяющих собою какое-то действие, явление.

# Предмет физиологии

**Адаптация** – все виды врожденной и приобретенной приспособительной деятельности, которые обеспечиваются физиологическими процессами на клеточном, органном, системном и организменном уровнях (неспецифическая, специфическая, стресс, дизадаптация, резервы организма, функциональное состояние, спринтеры и стаеры)

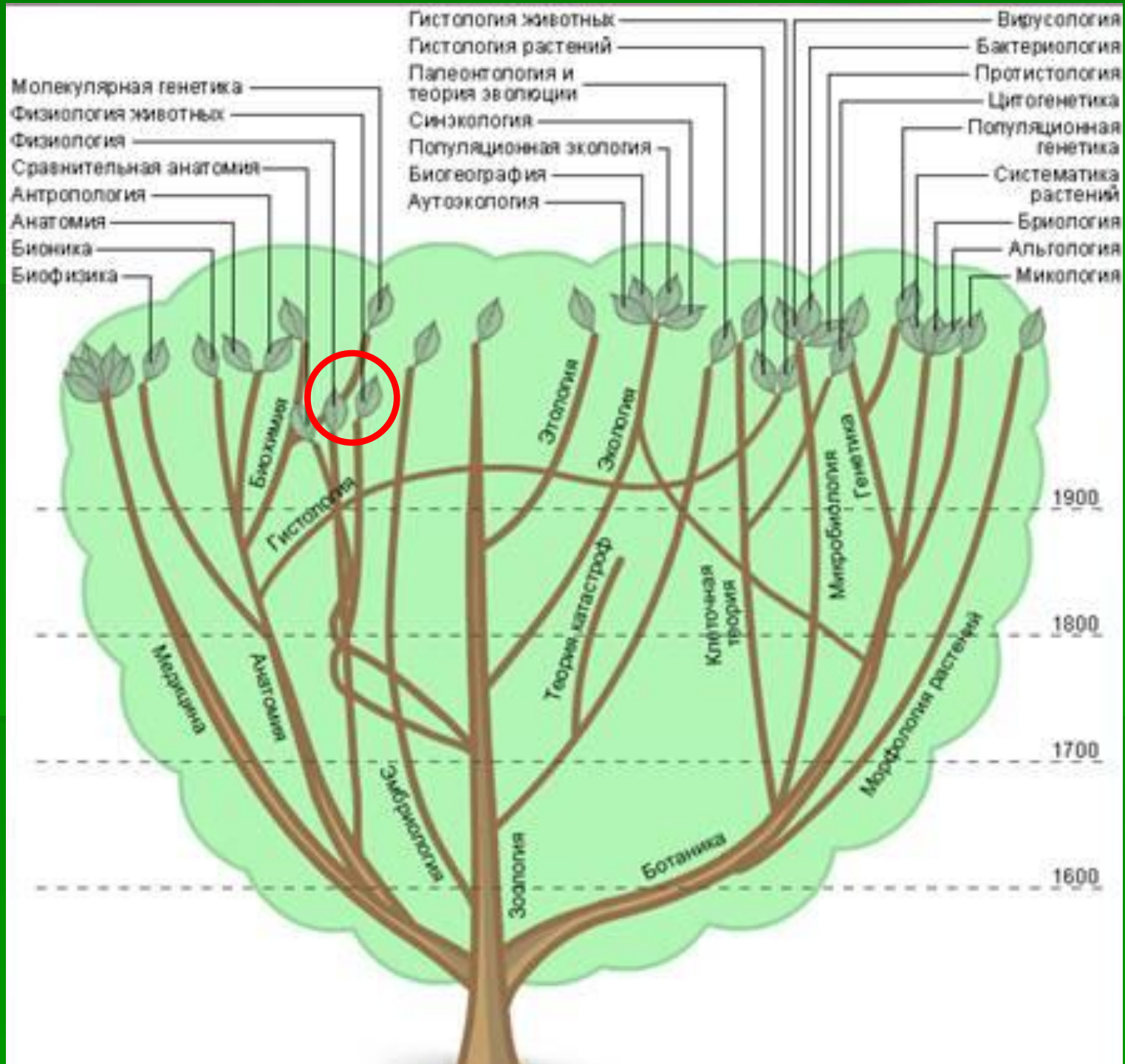


# Основные принципы физиологии

- **Организм - единая система**, объединяющая различные органы в их сложном взаимодействии между собой;
- **«Организм без внешней среды**, поддерживающей его существование, **невозможен**. Поэтому в научное определение организма должна входить и среда, влияющая на него» (И.М.Сеченов, 1861).
- **«Все физиологические механизмы, сколь бы различны они ни были, имеют только одну цель – сохранение постоянства условий жизни во внутренней фазе»** (К.Бернар, 1878). - **гомеостаз** (по Кэннону).
- **Нейро-гуморальный** механизм обеспечивает целостность организма и его связь с внешней средой.
- **Гомеостаз и адаптация** – основные механизмы обеспечения жизни.

# ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- Принцип целостности
- Принцип структурности
- Принцип единства с внешней средой
- Принцип детерминизма
- Принцип приспособления (адаптивность)
- Принцип надежности: *избыточность элементов, резервирование функции, периодичность функционирования, дублирование механизмов.*



# Предмет физиологии

- Аналитический и синтетический подходы
- Биохимия, биофизика, физиология, генетика

# ФИЗИОЛОГИЯ

Растений

Животных

Человека

Нормальная

Патологическая

Клиническая

**Нормальная физиология** - изучает функции здорового организма.

**Патологическая физиология** – изучает функциональные изменения в больном организме, общие закономерности возникновения, течения и исхода патологических процессов.

**Клиническая физиология** – изучает механизмы компенсации нарушенных функций в организме человека, т.е. адаптивные компенсаторно-приспособительные реакции, направленные на устранение или ослабление функциональных сдвигов в организме, вызванных влиянием на него неадекватных факторов среды.

# Разделы физиологии человека

- **Общая физиология** – изучает общие закономерности функционирования клеток, органов, систем и целостного организма (*физиологический покой, возбуждение, торможение, регуляция, т.д.*).
- **Частная физиология** – изучает процессы, протекающие в различных органах и системах, выполняющих определенную функцию (*пищеварение, дыхание, кровообращение, выделение, т.д.*).
- **Специальная физиология** – изучает функции организмов в определенных условиях его жизнедеятельности (*эволюционная, возрастная, экологическая, космическая, т.д.*).
- **Физиология различных состояний** – изучает функционирование организма и его систем при различных видах деятельности (*труда, спорта, т.д.*).

# Разделы физиологии.

- Физиология труда.
- Физиология спорта и физической культуры.
- Эволюционная физиология.
- Физиология онтогенеза - критические возрастные периоды.



# Связь физиологии с другими науками.

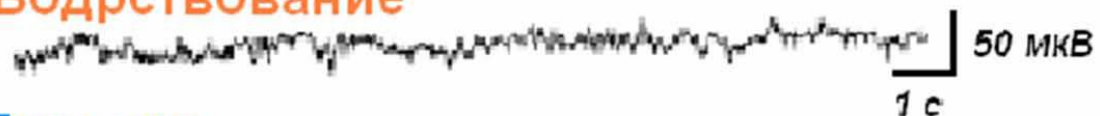
- Связь физиологии с клиникой.
- Физиология и биофизика.
- Физиология и биохимия.
- Физиологи и кибернетика.
- Физиология и анатомия.
- Физиология и психология.
- Физиология и педагогика.
- Физиология и ветеринария.

# Методы физиологических исследований

- Метод наблюдения (субъективность, 1-2 процесса)
- Графические методы регистрации (объективность, полиграфия, разделение регистрации данных и их анализа, механические процессы)
- Электрофизиологические методы исследования (Гальвани, телефон, струнный гальванометр, УБС, ЭКГ, ЭЭГ, телеметрия, микроэлектроды, ПЭВМ, электрофизиологический стенд, датчики)

# ЭЭГ человека во время разных стадий сна.

## Бодрствование



## Дремота альфа-ритм (8-12 Гц)



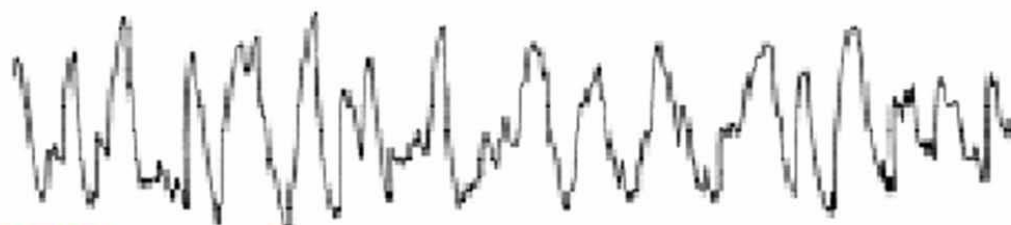
## Стадия 1



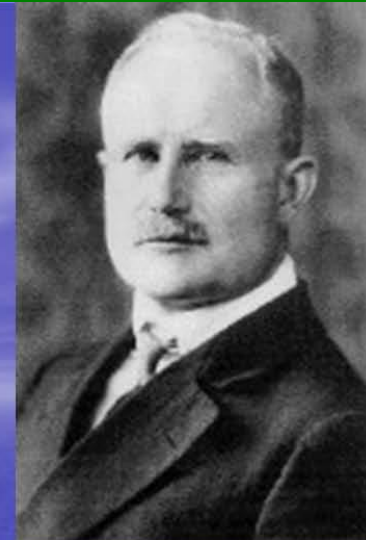
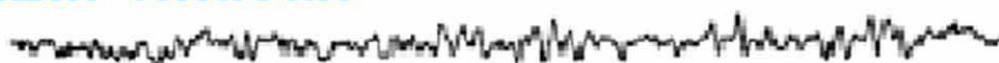
## Стадия 2



## Глубокий сон Дельта-волны



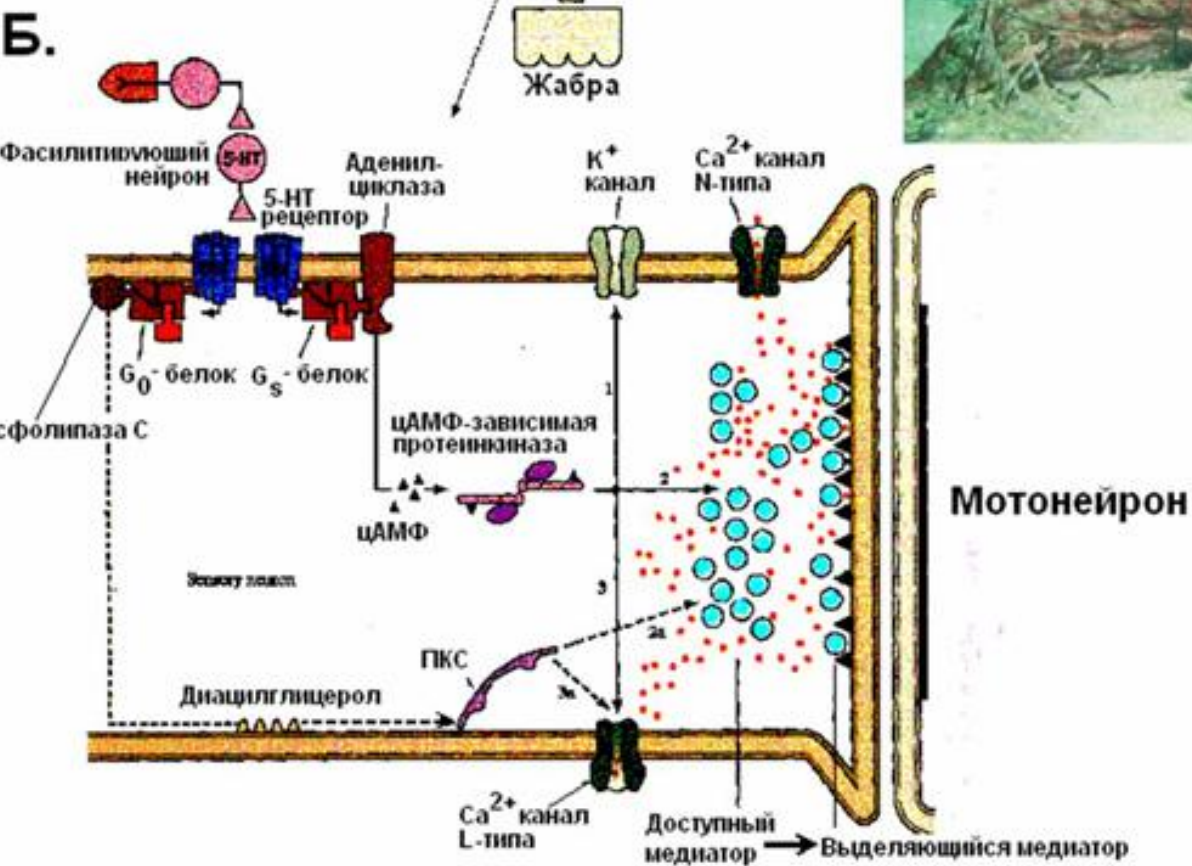
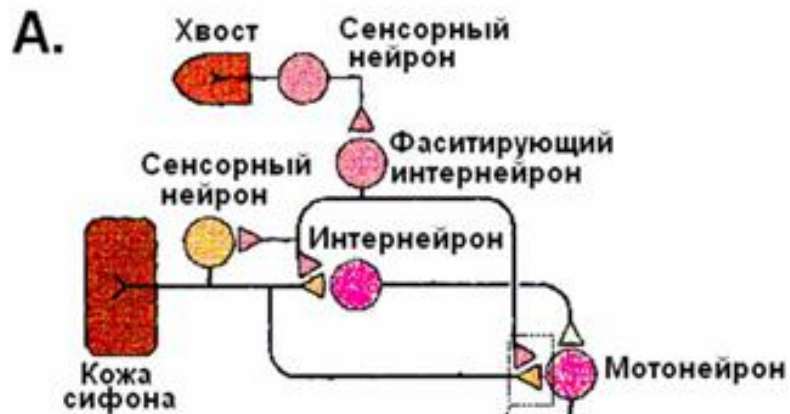
## REM-стадия



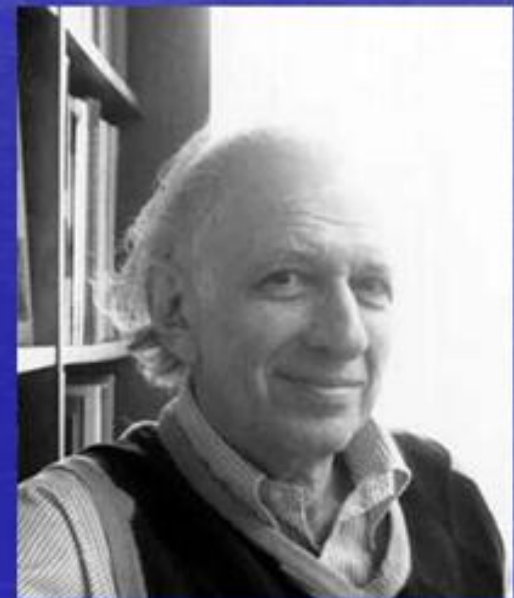
**Hans Berger  
(1873-1941)**

# Методы физиологических исследований

- Хронический и острый эксперимент (наркоз, бесконтактная регистрация, системный подход)
- Методы разрушения (экстирпации, биоэтика)
- Методы раздражения (физические, химические, электростимуляция)
- Клинический метод исследования
- Компьютерный анализ и математическое моделирование



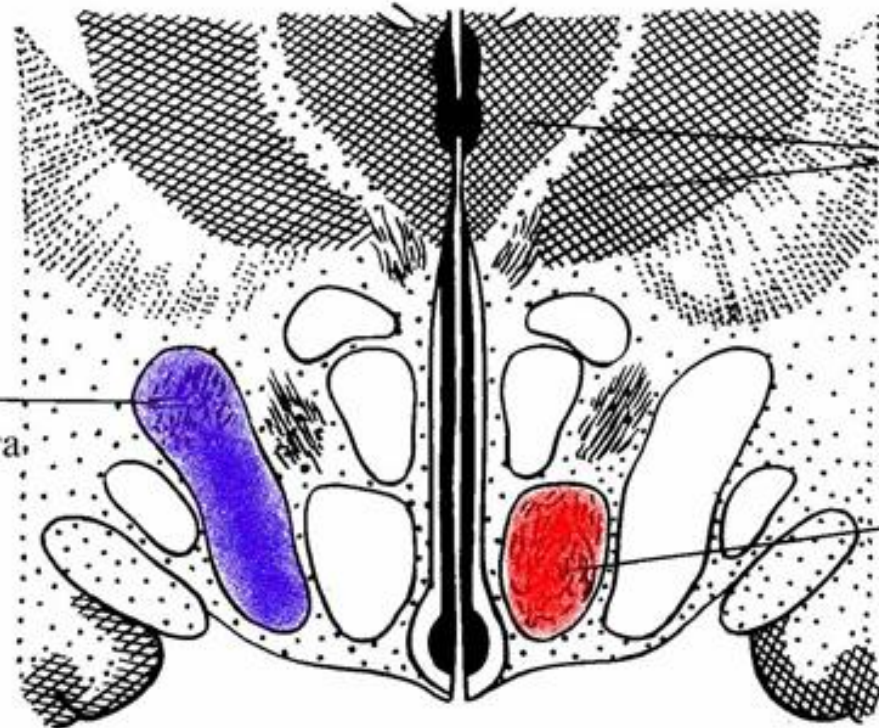
**Aplysia californica**



**Dr. Eric Kandel**

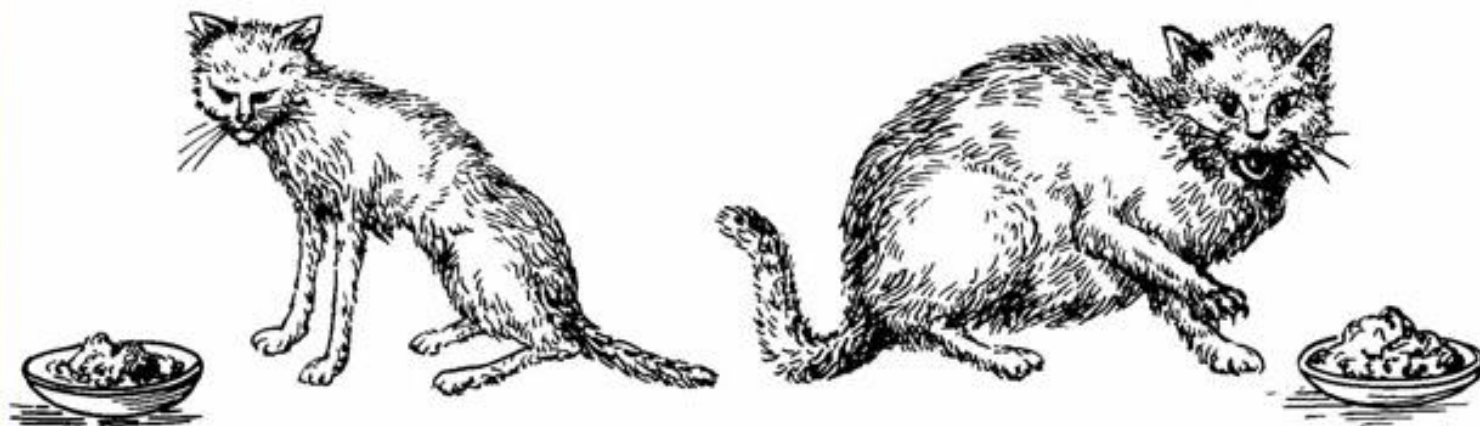
Нобелевская премия 2000 г.

разрушение  
латерального  
ядра вызывает  
потерю аппетита.



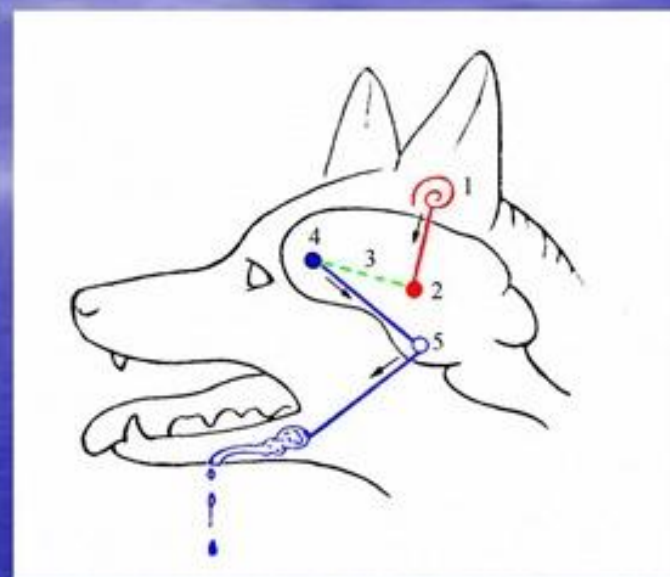
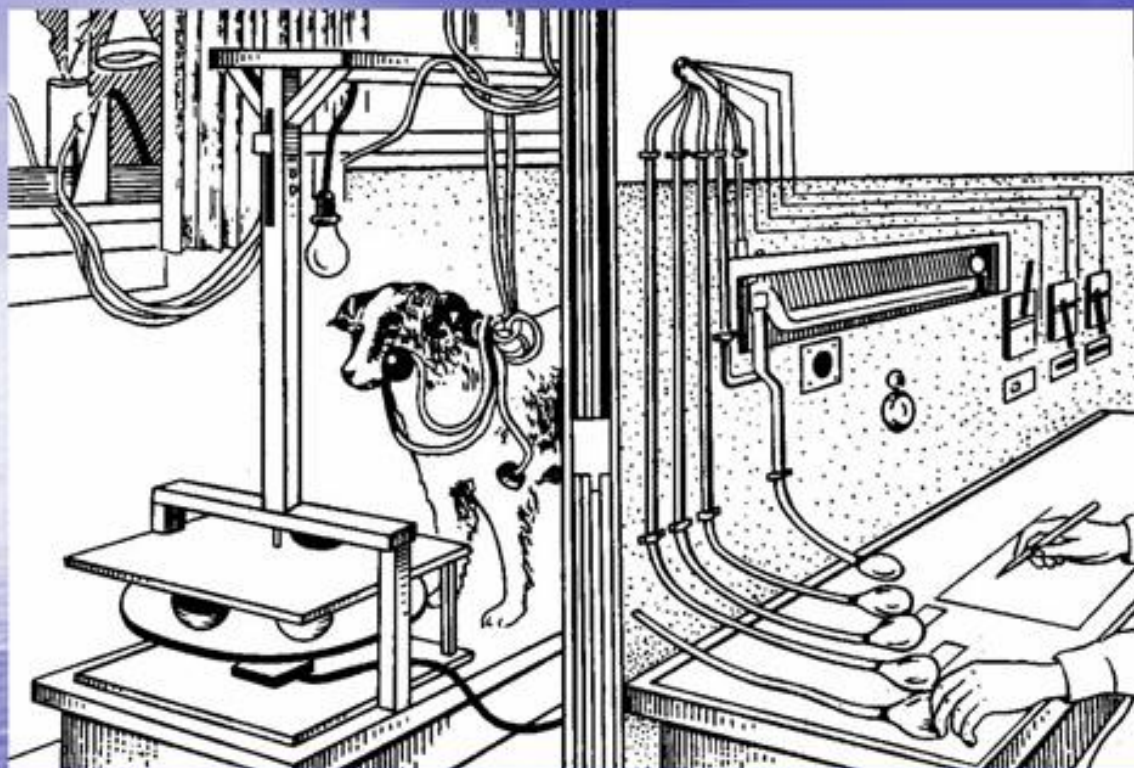
таламус

разрушение  
вентро-  
медиального  
ядра вызывает  
ярость и  
чрезмерный  
аппетит



# Методы физиологических исследований.

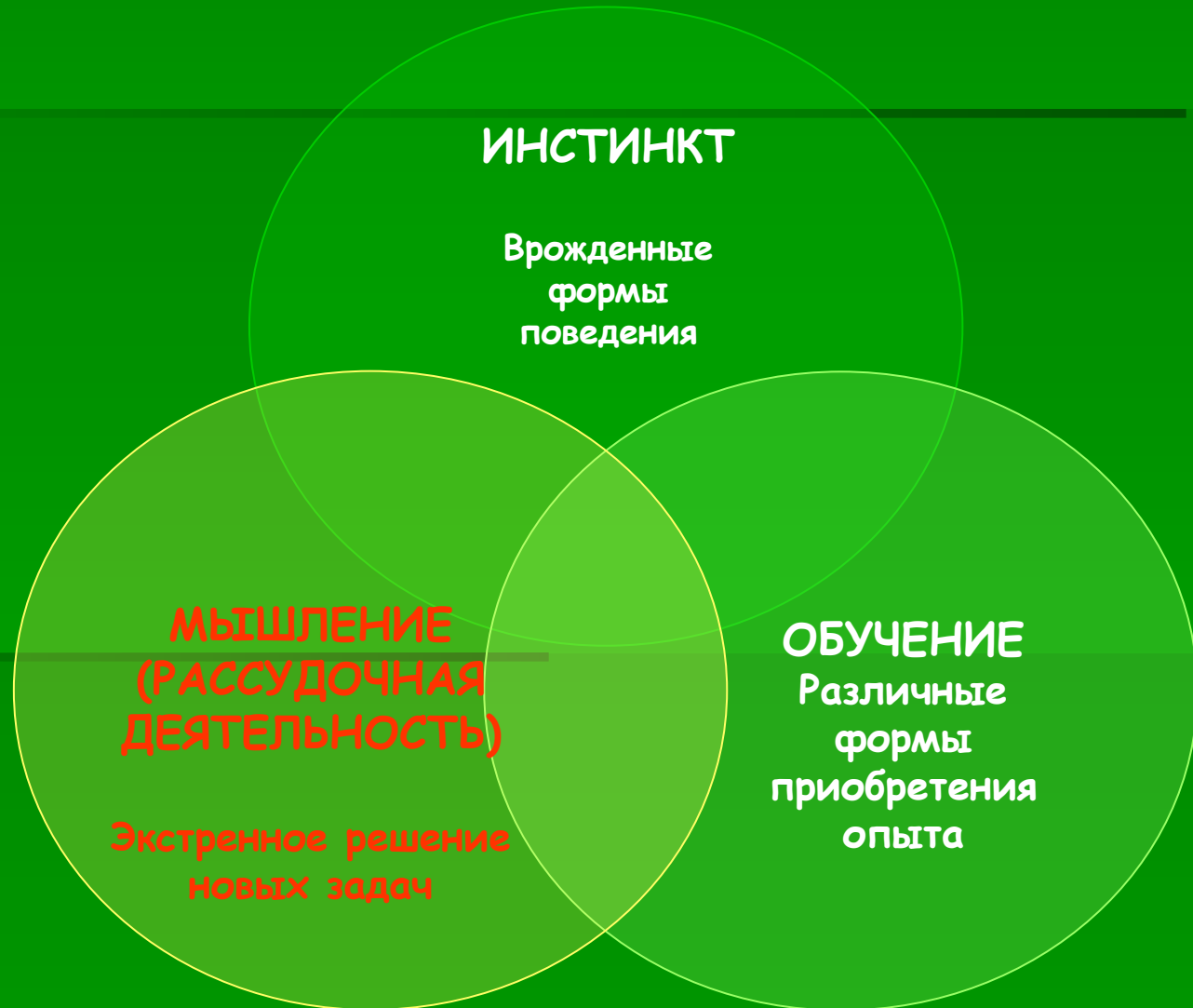
- Метод условных и безусловных рефлексов.
- Биофизические методы исследования.
- Кибернетический метод исследования.
- Психологические методы исследования.
- Эволюционный метод исследования.
- Онтогенетический метод исследования.



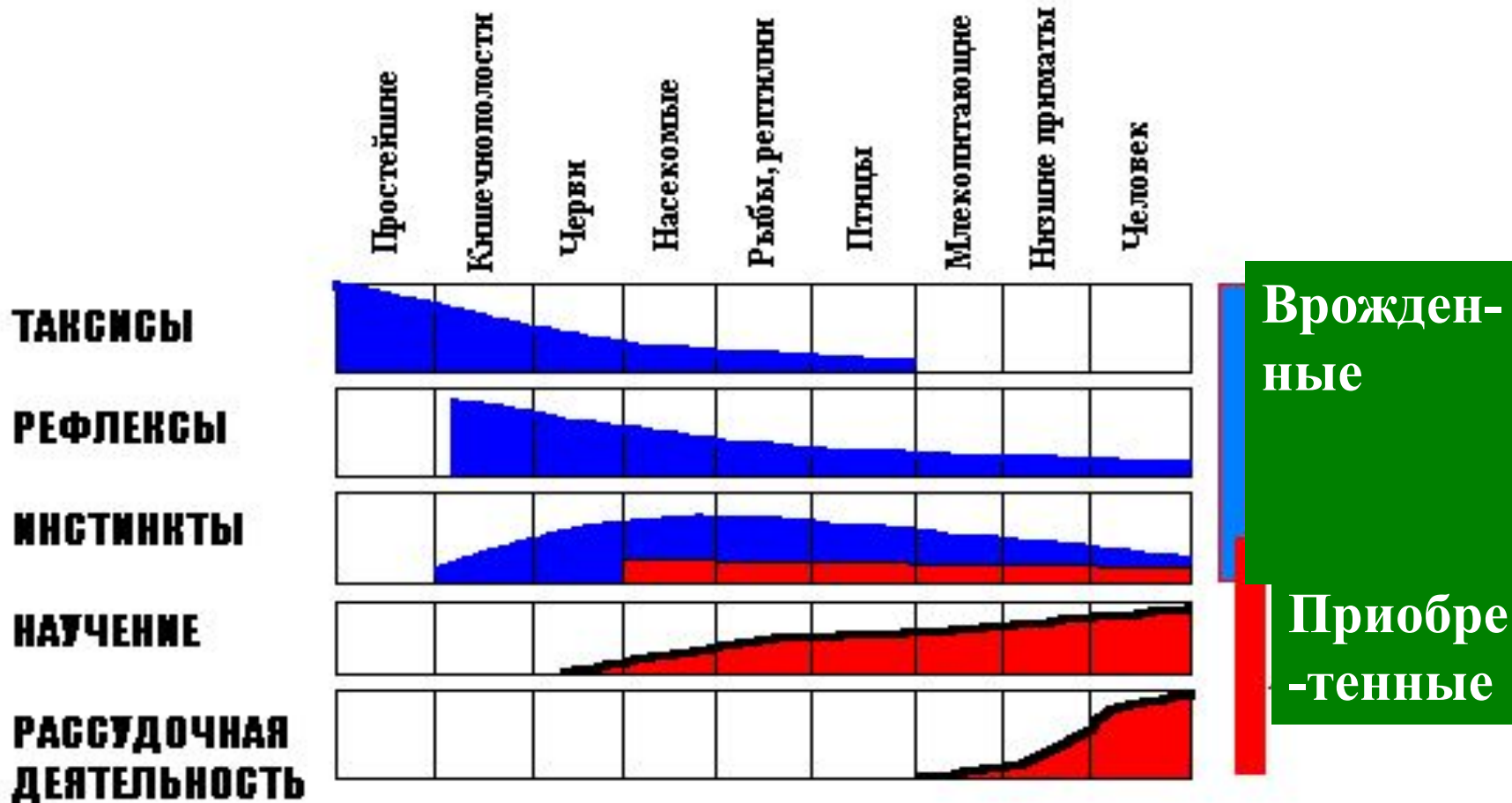
Установка для исследования  
слюнных условных рефлексов

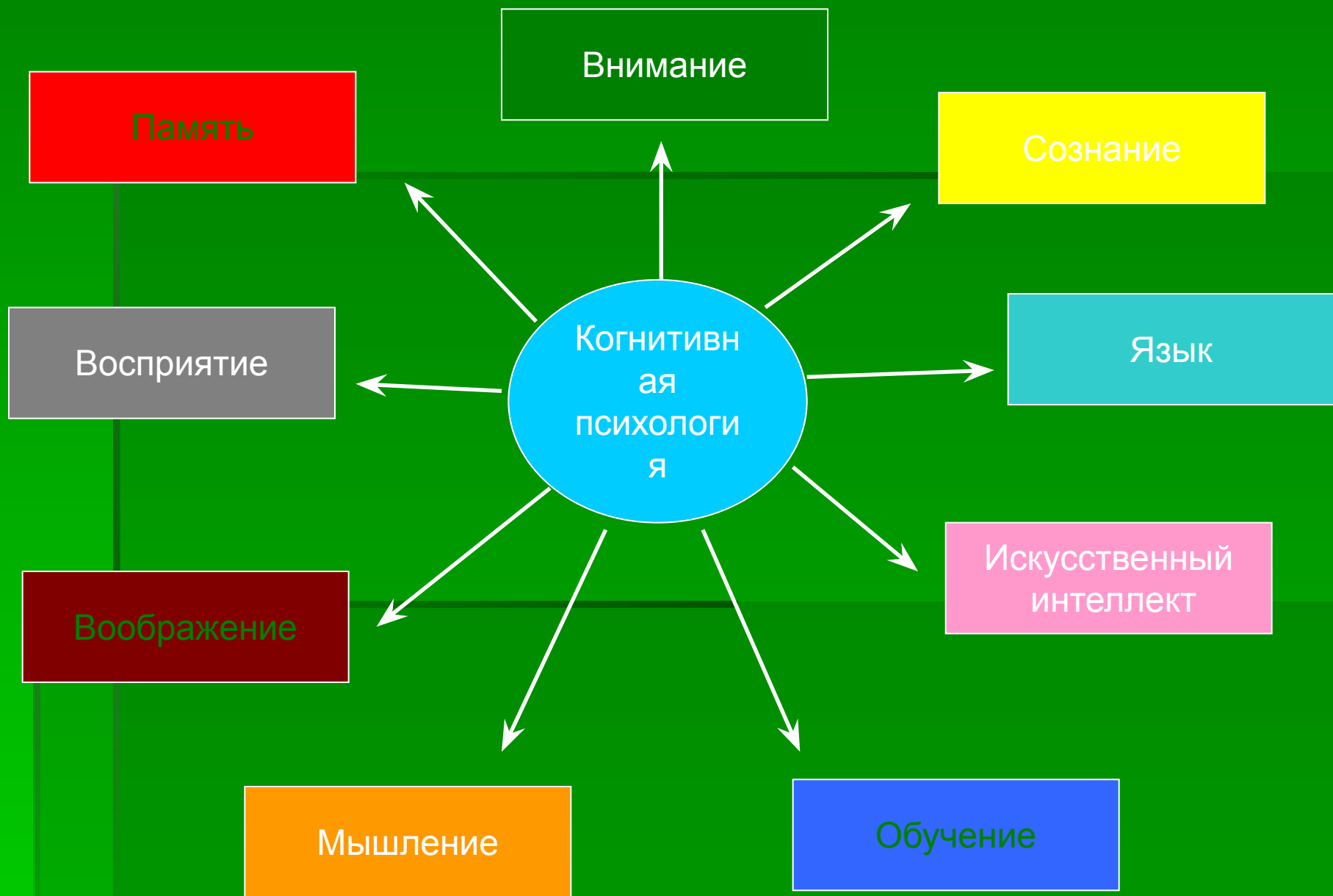


# РЕАЛЬНЫЙ ПОВЕДЕНЧЕСКИЙ АКТ ВСЕГДА ИМЕЕТ В СВОЕЙ ОСНОВЕ РАЗНОЕ СООТНОШЕНИЕ УКАЗАННЫХ ФАКТОРОВ



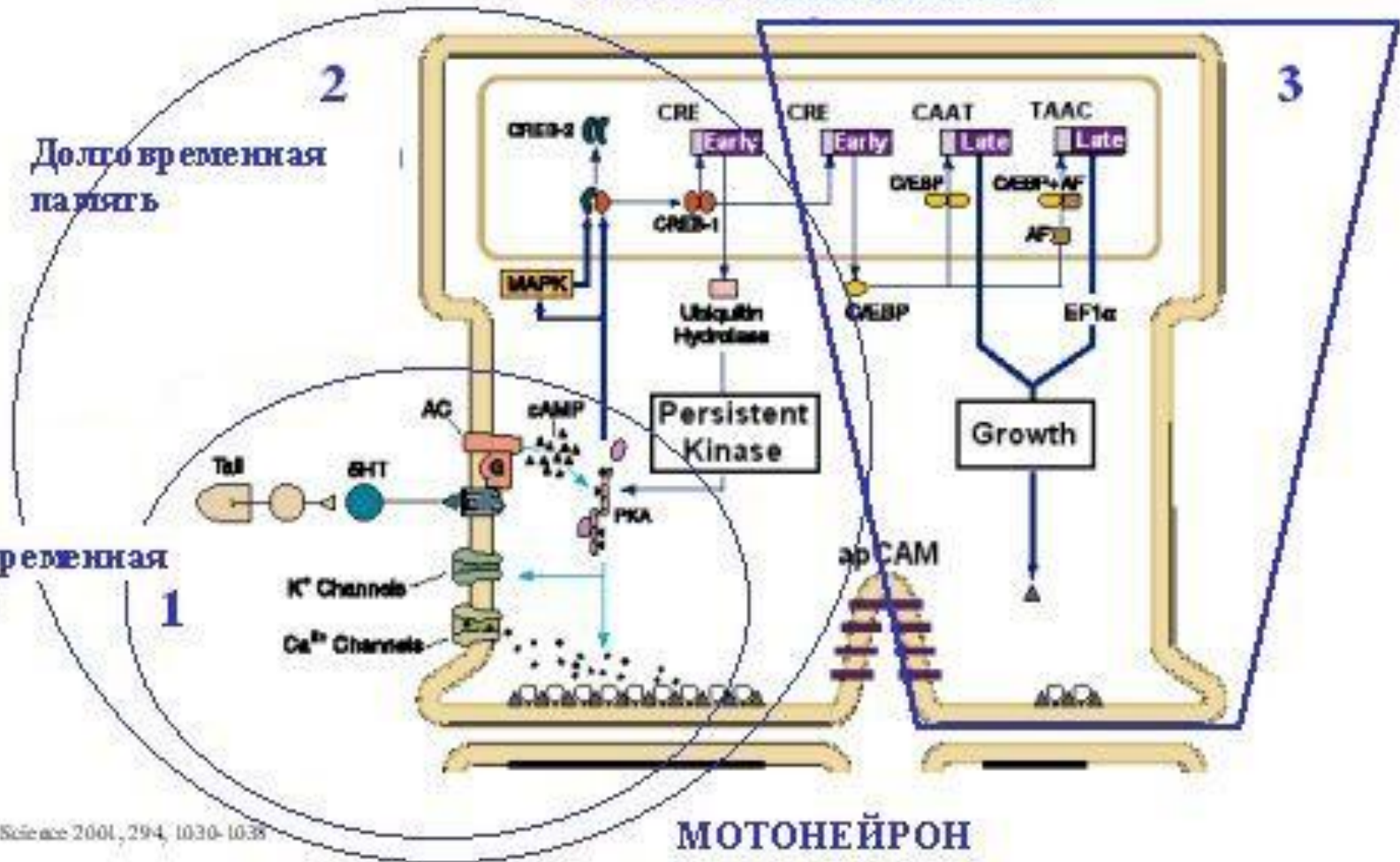
# Смена уровней поведения в эволюции





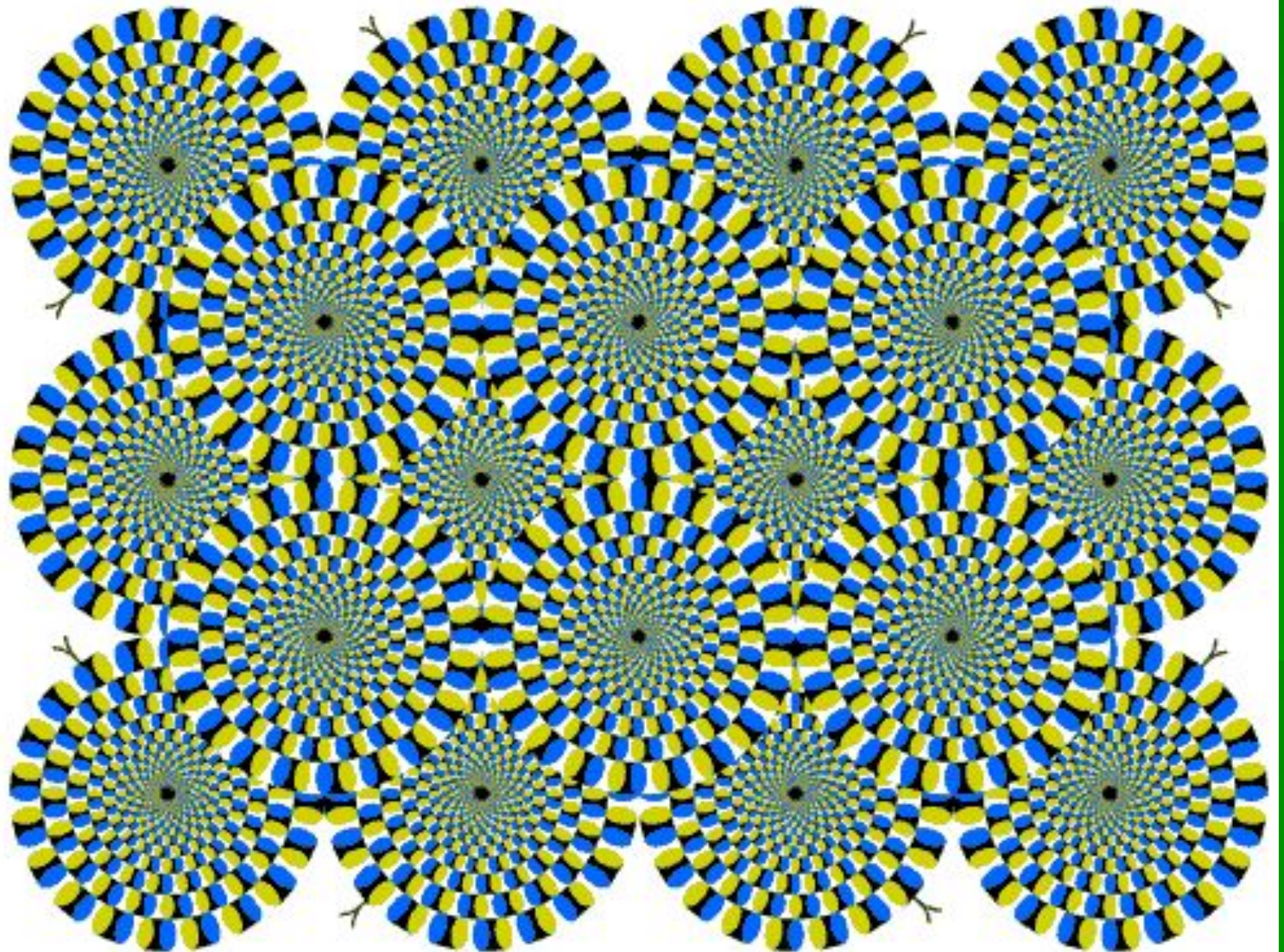
# Молекулярно-генетические механизмы формирования условного рефлекса

## СЕНСОРНЫЙ НЕЙРОН



E.R. Kandel. Science 2001, 294, 1030-1038

Продолжительность реакции 1 – минуты, 2 – часы, 3 – формирование новых синапсов



# История физиологии.

## Античный период и средневековье

Аристотель

Гиппократ (жидкие среды и душа)

Гален (впервые применил вивисекцию)

Авиценна

# История физиологии.

## Эпоха Возрождения (производство, химия, физика, микроскоп)

- Гарвей («Анатомическое исследование о движении сердца и крови», 1628 г.)
- Мальпиги
- Декарт (рефлекторный принцип организации движения)
- Гальвани («животное электричество»),
- Вольта
- Прохаска (рефлекс)
- РАН (1724 г., Ломоносов, Бернули)



Луиджи  
Гальвани  
(1737-1798)



Алессандро  
Вольта  
(1745-1827)



Карло  
Маттеучи  
(1781-1862)



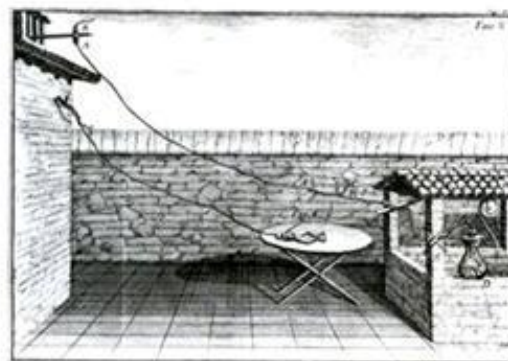
Эмиль  
Дюбуа – Реймон  
(1818-1896)



«Балконный опыт»



Лаборатория Гальвани





# История физиологии

## XIX век (развитие естествознания, самостоятельная наука)

- Дарвин,
- Шлейден, Шванн,
- Людвиг, Вебер, Цион,
- Сеченов
- Павлов,
- Дондерс,
- Геринг,
- Данилевский,
- Гейденгайн,
- К. Бернар,
- Дюбуа-Реймон,
- Пфлюгер, Гельмгольц,
- Введенский,
- Шеррингтон,
- Флуранс,
- Мечников.

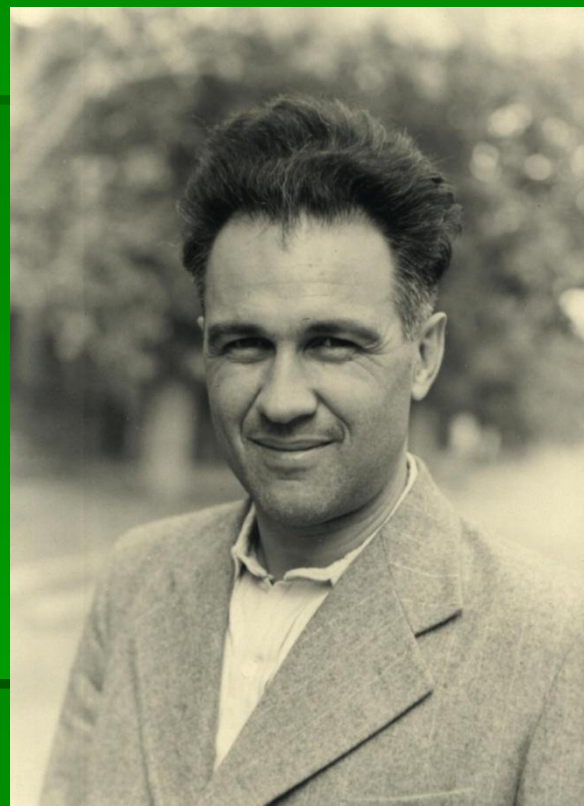
# История физиологии.

## XX век.

- Павлов, Орбели,
- Быков, Черниговский,
- Анохин,
- Асратян,
- Воронин,
- Бехтерев, Беритов,
- Введенский, Ухтомский,
- Мегун, Моруцци,
- Ходжкин, Хаксли,
- Экклс,
- Джаспер,
- Коган,
- Газенко,
- СИМОНОВ.



Н.А. Рожанский



А.Б. Коган

# Нобелевские лауреаты в области физиологии или медицины

- 1904 Павлов И. П. Работы по физиологии пищеварения (Россия)
- 1906 Гольджи К. Работы по гистологии и морфологии нервной системы (Италия)
- 1906 Рамон-и-Кахаль С. Работы по гистологии и морфологии нервной системы(Испания)
- 1908 Мечников И. И. Работы по исследованию механизмов иммунитета (Россия)
- 1908 Эрлих П. Работы по исследованию механизмов иммунитета (Германия)
- 1909 Кохер Т. Исследования в области физиологии, патологии и хирургии щитовидной железы (Швейцария)
- 1910 Коссель А. Исследования по химии белков и других макромолекул клетки (Германия)
- 1911 Гульстранд А. Труды по оптике глаза (Швеция)
- 1914 Барани Р. Работы по физиологии и патологии вестибулярного аппарата(Австрия)
- 1919 Борде Ж. Открытия в области иммунитета (Бельгия)
- 1920 Крог А. Открытие механизма капиллярного кровообращения (Дания)
- 1922 Мейергоф О. Открытие связи между потреблением кислорода мышцами и образованием в них молочной кислоты (Германия)

- 1922 Хилл А. В. Открытие в области теплопродукции мышц  
(Великобритания)
- 1923 Бантинг Ф. Г. Открытие инсулина (Канада)
- 1923 Маклеод Дж. Дж. Р. Открытие инсулина (Канада)
- 1924 Эйнтховен В. Разработка метода электрокардиографии  
(Нидерланды)
- 1929 Хопкинс Ф. Г. Открытие витаминов, стимулирующих рост  
организма (А и D) (Великобритания)
- 1929 Эйкман Х. Открытие витамина В1 (Нидерланды)
- 1930 Ландштейнер К. Открытие групп крови человека (США)
- 1931 Варбург О.Г. Открытие природы и функций дыхательных  
ферментов(Германия)
- 1932 Шеррингтон Ч. С. Открытие функций нейронов(Великобритания)
- 1932 Эдриан Э. Д. Открытие функций нейронов(Великобритания)
- 1935 Шпеман Х. Открытие «организаторов» — частей зародыша,  
влияющих на направление эмбрионального развития других его частей  
(Германия)

- 1936 Дейл Г. Х. Исследования химической природы передачи нервного импульса (Великобритания)
- 1936 Леви О. Исследования химической природы передачи нервного импульса (Германия)
- 1937 Сент-дьердьи А. Работы по биологическому окислению и выделение в кристаллическом виде витамина С (США)
- 1938 Хейманс [Гейманс] К. Открытие роли каротидных синусов и аорты в регуляции дыхания и кровообращения (Бельгия)
- 1943 Дам Х. Открытие витамина К1 и установление его химической природы (Дания)
- 1943 Дойзи Э. А. Открытие витамина К1 и установление его химической природы (США)
- 1944 Гассер Г. С. Открытие функциональных различий между отдельными нервными волокнами (США)
- 1944 Эрландер Дж. Открытие функциональных различий между отдельными нервными волокнами (США)

- 1947 Кори Г. Т. Открытие путей ферментивного превращения гликогена в организме (США)
- 1947 Кори К. Ф. Открытие путей ферментивного превращения гликогена в организме (США)
- 1947 Усай Б. А. Открытие роли гормонов гипофиза в углеводном обмене (Аргентина)
- 1949 Мониш А. К. Исследования функциональной организации промежуточного мозга и разработка хирургических операций на нем при лечении некоторых психических заболеваний (Португалия)
- 1949 Хесс [Гесс] В. Р. Исследования функциональной организации промежуточного мозга и разработка хирургических операций на нем при лечении некоторых психических заболеваний (Швейцария)
- 1950 Кендалл Э. Исследования строения, биологического и терапевтического действия гормонов коры надпочечников (США)
- 1950 Рейхштейн Т. Исследования строения, биологического и терапевтического действия гормонов коры надпочечников (США)
- 1950 Хенч Ф. Исследования строения, биологического и терапевтического действия гормонов коры надпочечников (США)



1953 Кребс Х. А. Открытие цикла трикарбоновых кислот (цикла Кребса)  
(Великобритания)

1953 Липман Ф. А. Открытие кофермента А и его роли в обмене  
веществ (США)

1955 Теорелль А. Х. Т. Изучение природы и механизма действия  
окислительных ферментов (Швеция)

1956 Курнан А. Ф. Метод катетеризации сердца (США)

1956 Ричардс Д. Метод катетеризации сердца (США)

1956 Форсман В. Метод катетеризации сердца (Германия)

1960 Бенет Ф. Открытие явления приобретенной иммунологической  
толерантности (Австралия)

1960 Медавар П. Б. Открытие явления приобретенной  
иммунологической толерантности (Великобритания)

1961 Бекеш Д. Исследование функций внутреннего уха (США)

- 1962 Крик Ф. Х. К. Установление структуры молекулы ДНК и ее роли в передаче наследственной информации (Великобритания)
- 1962 Уилкинс М. Установление структуры молекулы ДНК и ее роли в передаче наследственной информации (Великобритания)
- 1962 Уотсон Дж. Д. Установление структуры молекулы ДНК и ее роли в передаче наследственной информации (США)
- 1963 Хаксли А. Ф. Исследования ионных механизмов, участвующих в передаче возбуждения и торможения нервными клетками (Великобритания)
- 1963 Ходжкин А. Л. Исследования ионных механизмов, участвующих в передаче возбуждения и торможения нервными клетками (Великобритания)
- 1967 Гранит Р. Исследования физиологических и химических механизмов зрения (Швеция)
- 1967 Уолд Дж. Исследования физиологических и химических механизмов зрения (США)
- 1967 Хартлайн Х. Исследования физиологических и химических механизмов зрения (США)

- 1970 Аксельрод Дж. Открытие и исследование медиаторов — химических веществ, участвующих в передаче и блокировании нервного импульса (США)
- 1970 Кац Б. Открытие и исследование медиаторов — химических веществ, участвующих в передаче и блокировании нервного импульса (Великобритания)
- 1970 Эйлер [Эйлер-Хельпин] У. фон Открытие и исследование медиаторов — химических веществ, участвующих в передаче и блокировании нервного импульса (Швеция)
- 1971 Сазерленд Э. У. Исследование механизмов действия гормонов (США)
- 1972 Портер Р. Р. Установление химической структуры антител (Великобритания)
- 1972 Эдельман Дж. М. Установление химической структуры антител (США)
- 1973 Лоренц К. Исследования в области индивидуального и социального поведения животных (Австрия)
- 1973 Тинберген Н. Исследования в области индивидуального и социального поведения животных (Нидерланды)
- 1973 Фриш К. фон Исследования в области индивидуального и социального поведения животных (Австрия)

- 1974 Де Дюв К. Р. Исследование структурной и функциональной организации клетки (Бельгия)
- 1974 Клод А. Исследование структурной и функциональной организации клетки (Бельгия)
- 1974 Паладе Дж. Э. Исследование структурной и функциональной организации клетки (США)
- 1977 Гиймен Р. Открытия, связанные с секрецией пептидных гормонов мозга, и разработка методов их определения (США)
- 1977 Шалли Э. В. Открытия, связанные с секрецией пептидных гормонов мозга, и разработка методов их определения (США)
- 1977 Ялоу Р. С. Открытия, связанные с секрецией пептидных гормонов мозга, и разработка методов их определения (США)
- 1979 Кормак А. М. Разработка метода томографии с использованием ЭВМ(США)
- 1979 Хаунсфилд Г. Н. Разработка метода томографии с использованием ЭВМ (Великобритания)
- 1981 Визел [Висель] Т. Н. Вклад в развитие нейрофизиологии зрения (Швеция)

- 1981 Сперри Р. У. Открытия в области функциональной специализации полушарий головного мозга (США)
- 1981 Хьюбел Д. Х. Вклад в развитие нейрофизиологии зрения (США)
- 1982 Бергстрем С. Открытия в области простагландинов и родственных им биологически активных веществ (Швеция)
- 1982 Вейн Дж. Р. Открытия в области простагландинов и родственных им биологически активных веществ (Великобритания)
- 1982 Самуэльсон Б. Открытия в области простагландинов и родственных им биологически активных веществ (Швеция)
- 1984 Эрне Н. К. Разработка клонально-селекционной теории иммунитета (Великобритания)
- 1984 Келер Г. Разработка биотехнологии получения моноклональных антител, образуемых клеточными гибридами (Германия)
- 1984 Мильштейн С. Разработка биотехнологии получения моноклональных антител, образуемых клеточными гибридами (Аргентина)

- 1985 Браун М. С. Раскрытие механизма регуляции холестерина обмена в организме (США)
- 1985 Голдстайн Дж. Л. Раскрытие механизма регуляции холестерина обмена в организме (США)
- 1986 Коэн С. Открытие и исследование факторов роста клеток и органов (США)
- 1986 Леви-Монтальчини Р. Открытие и исследование факторов роста клеток и органов (Италия)
- 1991 Закман Б. Исследование функций ионных каналов в клеточной мембране (Германия)
- 1991 Нейер [Неэр] Э. Исследование функций ионных каналов в клеточной мембране (Германия)
- 1992 Кребс Э. Открытие роли фосфорилирования белков как регулирующего механизма клеточного метаболизма (США)
- 1992 Фишер Э. Открытие роли фосфорилирования белков как регулирующего механизма клеточного метаболизма (США)

- 1995 Вишаус Э. Исследование генетической регуляции ранних стадий эмбрионального развития (США)
- 1995 Льюис Э. Б. Исследование генетической регуляции ранних стадий эмбрионального развития (США)
- 1995 Нюслайн-фолард Х. Исследование генетической регуляции ранних стадий эмбрионального развития (ФРГ)
- 1996 Доэрти П. За открытие механизма распознавания клетками иммунной системы организма (Т -лимфоцитами), клеток, инфицированных вирусом (Австралия)
- 1996 Цинкернагель Р. За открытие механизма распознавания клетками иммунной системы организма (Т -лимфоцитами), клеток инфицированных вирусом (Швейцария)
- 1998 Игнарро Л. Открытие роли оксида азота как сигнальной молекулы в регуляции сердечно-сосудистой системы, приведшее к разработке препарата «Виагра» (США)
- 1998 Мурад Ф. Открытие роли оксида азота как сигнальной молекулы в регуляции сердечно-сосудистой системы, приведшее к разработке препарата «Виагра» (США)
- 1998 Фурчготт Р. Открытие роли оксида азота как сигнальной молекулы в регуляции сердечно-сосудистой системы, приведшее к разработке препарата «Виагра» (США)

2001 Нерс П. За открытие особого белка-киназы, пороговое содержание которого в клетке является сигналом для начала цикла клеточного размножения (исследования механизмов размножения клетки является очень важным для лечения злокачественных новообразований) (Великобритания)

2001 Хант Т. За открытие особого белка-киназы, пороговое содержание которого в клетке является сигналом для начала цикла клеточного размножения (исследования механизмов размножения клетки является очень важным для лечения злокачественных новообразований) (Великобритания)

2001 Хартуэлл Л. За открытие генов, контролирующих жизненный цикл клетки (исследования механизмов размножения клетки является очень важным для лечения злокачественных новообразований) (США)

2002 Бреннер С. За открытие механизмов генетической регуляции роста и развития органов и механизма клеточной смерти (Великобритания)

2002 Салстон Дж. За открытие механизмов генетической регуляции роста и развития органов и механизма клеточной смерти (Великобритания)

2002 Хорвиц Р. За открытие механизмов генетической регуляции роста и развития органов и механизма клеточной смерти (США)



- 2003 Лотербер П. За разработку методов ядерно-магнитного резонанса (ЯМР) для сканирования внутренних органов человека (США)
- 2003 Мэнсфилд П. За разработку методов ядерно-магнитного резонанса (ЯМР) для сканирования внутренних органов человека (Великобритания)
- 2004 Бак Л. За раскрытие генетических механизмов обоняния человека (США)
- 2004 Эксел Р. За раскрытие генетических механизмов обоняния человека (США)
- 2010 Эдвардс Р. За технологию искусственного оплодотворения *in vitro* (Великобритания)
- 2011 Стейнман Ральф За открытие дендритных клеток и изучение их значения для приобретенного иммунитета (США)
- 2013 Джеймс Ротман За открытие механизмов, регулирующих везикулярный транспорт, главную транспортную систему наших клеток (США)
- 2013 Ренди Шекман За открытие механизмов, регулирующих везикулярный транспорт, главную транспортную систему наших клеток (США)
- 2013 Томас Зюдов За открытие механизмов, регулирующих везикулярный транспорт, главную транспортную систему наших клеток (США)

2014 Джон О'Киф За открытие клеток, составляющих систему

позиционирования в головном мозге (США)

2014 Мей-Бритт Мозер За открытие клеток, составляющих систему

позиционирования в головном мозге (Норвегия)

2014 Эдвард Мозер За открытие клеток, составляющих систему

позиционирования в головном мозге (Норвегия)

2016 Есинори Осуми За открытие механизмов аутофагии (Япония)

Следующая **технологическая революция** будет связана с нейротехнологиями, бурное развитие которых начнется после завершения расшифровки (картирования) работы мозга, по аналогии как биотехнологическая революция, началась после завершения расшифровки генома человека.

Нейротехнологическая революция  
– управление механизмами работы психики

Биотехнологическая революция,  
управление живой материей на уровне генов

Информационная революция  
– механизация информационного труда (софт)

программное обеспечение

искусственный интеллект

Промышленная революция  
– механизация ручного труда

эпоха пара

сложные механизмы

роботы

1850

1950

2050

# Цели и задачи дорожной карты НейроНэт

**Стратегическая цель (2035 год): Создание глобально конкурентоспособного российского сегмента рынка НейроНэт, составляющего не менее 50 млрд долларов (2,5% от мирового).**

		2015	2016-2020	2020-2035
		Существующие продукты/сервисы	Развивающиеся Прототипы	Форкаст
для больных	Нейро Фарма	<ul style="list-style-type: none"> <li>Симптоматическое лечение старческих деменций</li> <li>Поздняя диагностика ЦНС</li> <li>Когнитивные препараты</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Таргетные препараты</li> <li>Глубокая стимуляция мозга</li> <li>Диагностические инвазивные интерфейсы</li> <li>Векторные доставки ЛС через ГЭБ</li> <li>Ранняя диагностика и коррекция</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Генная и клеточная терапия и коррекция</li> </ul>
	Нейро Медпром	<ul style="list-style-type: none"> <li>Биопротезы верхних конечностей</li> <li>Силовой моментные экзоскелеты</li> <li>Кохлеарные имплантаты</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Нейроинтерфейсы для больных, интегрированные в экзоскелеты, протезы, инвалидные коляски, умный дом</li> <li>Системы нейрореабилитации для восстановления после инсульта, травм мозга, нейродегенеративных заболеваний</li> <li>Устройства нейромодуляции для лечения широкого спектра заболеваний нервной системы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Нейропротезирование органов чувств и конечностей, превышающие по своим параметрам биологические прототипы</li> <li>Система жизнеобеспечения и интерфейса изолированного мозга при его трансплантации в искусственное тело</li> </ul>
для здоровых	Нейро Образование	<ul style="list-style-type: none"> <li>Дистанционное обучение</li> <li>Обучение через всю жизнь</li> <li>Типовая модель дополнительного образования</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Образование с использованием нейрошлемов виртуальной реальности</li> <li>Использование нейро-компьютерных интерфейсов в образовании</li> <li>Использование элементов гибридного интеллекта в исследованиях и обучении</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Образование по ускоренным методикам с использованием нейро-компьютерных интерфейсов</li> <li>Полноценное использование гибридного интеллекта для решения различных проблем в народном хозяйстве (2035 год)</li> </ul>
	Нейро Развлечения и спорт	<ul style="list-style-type: none"> <li>Потребительские нейроинтерфейсы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>АПК по профориентации и скринингу</li> <li>Осуществление контроля за потенциально опасными и неэффективными психоэмоциональными состояниями</li> <li>АПК брейнфитнес. Работа с ресурсными состояниями. Анализ и стимуляция психоэмоциональных состояний</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Комплекс нейроассистирующей адаптационной системы человека потребительского класса для массового потребления</li> </ul>
	Нейро Коммуникации и маркетинг	<ul style="list-style-type: none"> <li>Нейромаркетинговые услуги (модель исследования полного цикла)</li> <li>Deep learning в управлении</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Автоматизированные системы расчета нейрометрики и системы предикативной аналитики на основе нейроданных</li> <li>Прототипы дешевых масштабируемых систем для снятия нейрометрики (коробочные решения)</li> <li>Нательные устройства автоопределения эмоционального статуса</li> <li>Прототипы систем поддержки принятия решений</li> <li>Прототипы систем коммуникации «человек-домашние животные»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Единые стандарты интерактивной нейроаппаратуры</li> <li>Системы прогнозирования принятия решений</li> <li>Нейрокоммуникационные системы «человек-человек», «человек-машина», «человек-общество»</li> </ul>
	Нейро Ассистенты	<ul style="list-style-type: none"> <li>Персональные ассистенты на мобильных телефонах</li> <li>Роботизированные справочные системы и службы поддержки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Нейро-секретари: управление личным расписанием</li> <li>Нейро-менеджеры: службы поддержки клиентов</li> <li>Нейро-референты: сбор и систематизация фактов, аналитические обзоры и мониторинг ситуации</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Глобальный нейро-секретариат: поиск людей, состыковка их интересов, сводки знаний и доступ к лучшим экспертам по любому вопросу</li> </ul>

# Комплексный инфраструктурный проект CoBrain –

направлен на создание научно-внедренческой сети лабораторий по разработке технологий расширения ресурсов мозга человека на всех уровнях за счет его интеграции с техносферой

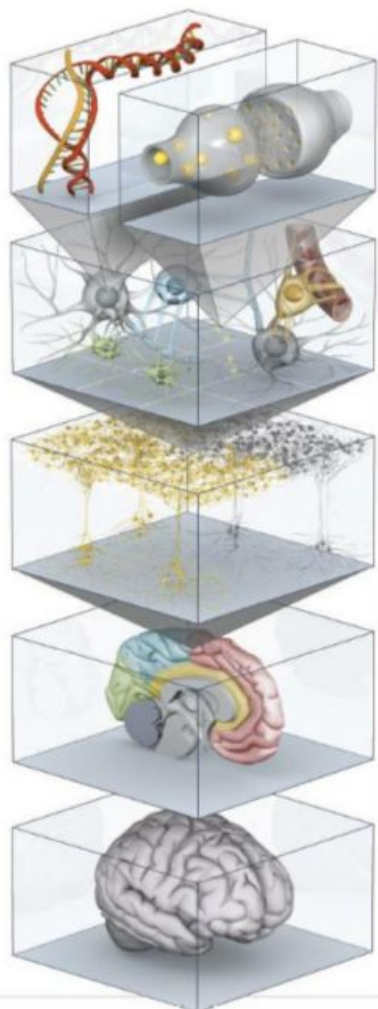


## Технические результаты 2016-2018 гг

- Создано 40 центров сбора информации
- Создано 4 ЦКД (преимущественно на базе существующих):
  - ЦКД генетического анализа
  - ЦКД исследования фМРТ
  - ЦКД оптических методов у животных и человека (NIRS)
  - ЦКД сбора NeuroBigData

- Разработаны протоколы и интерфейсы передачи и доступа к данным, а также форматы данных
- Проведен сбор данных для 10 тыс. детей и 50 тыс. взрослых
- Проведен анализ собранного массива данных для выявления заболеваний ЦНС у детей и взрослых.

# Современные зарубежные национальные и транснациональные проекты по изучению мозга



1. Молекулы

2. Клетки

3. Цито-  
архитектоника

4. Зоны мозга

5. Целостный мозг

Уровни исследования мозга

**Европейский Human Brain Project (HBP) (2012)** направлен на реконструкцию мозга путем моделирования 89 млрд нейронов и их 100 триллионов связей с использованием компьютеров, начиная с 1-го нижнего уровня передачи химических и электрических сигналов до 5-го верхнего уровня особенностей поведения и восприятия человека. Подход к исследованиям – снизу-вверх.

**Американский проект BRAIN (2013)** направлен на разработку технологий для получения новой информации о функциональной структуре мозга, начиная с верхнего уровня до нижнего уровня. Генерирует BigData для HBP. Подход к исследованиям – сверху-вниз.

**Японский Brain/MINDS (2014)** направлен на исследование связи генома с поведением, психическими и нейродегенеративными заболеваниями человека (болезни Альцгеймера, шизофрения, аутизм). Используются методы генной инженерии (разрушения и вставки генов) на человекообразных обезьянах (мартышках). Исследования проводятся на молекулярном (1) и поведенческом (5) уровнях.

**Китайский China Brain (2015)** направлен на создание нейроморфных систем, учитывающих строение мозга человека (уровень 2 и 3 - клеток и цитоархитектоники). Разработка AI для гражданского и военного применения, под управление частной компании (Baidu).

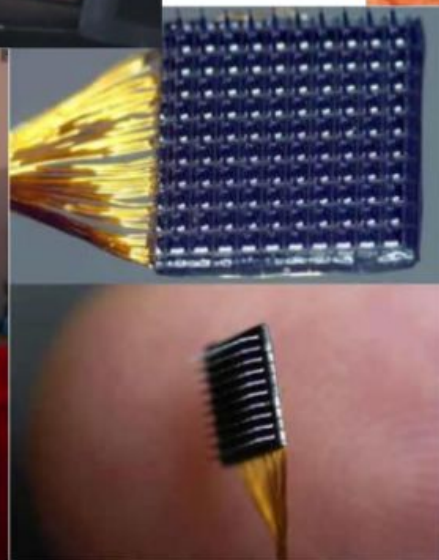
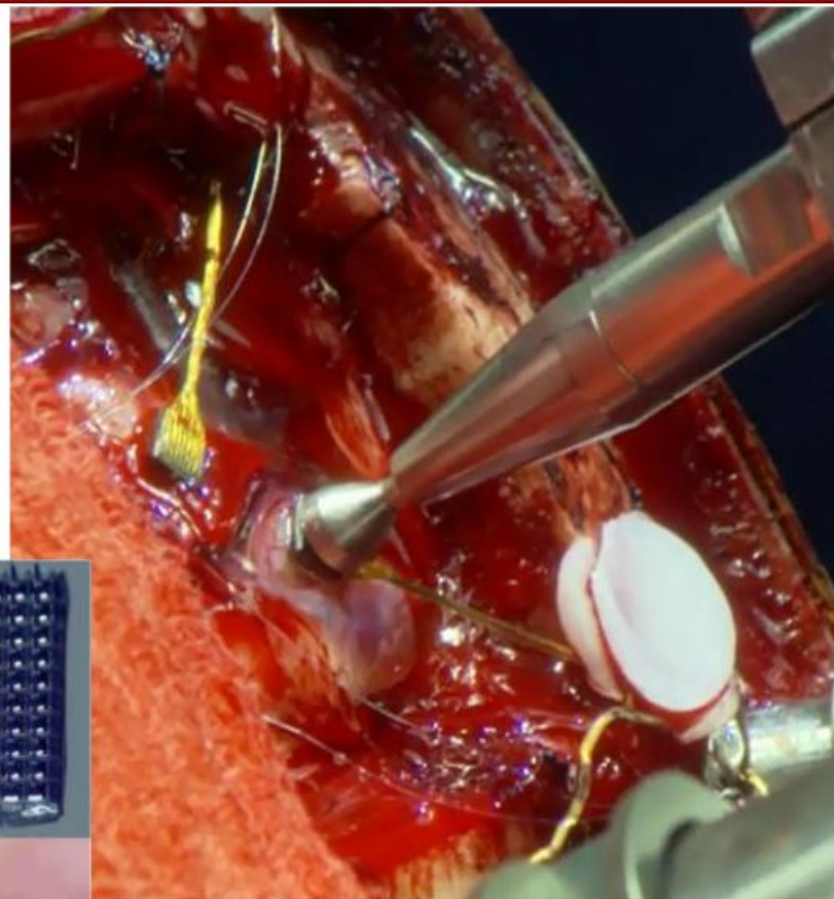
**Другие проекты:** ENIGMA, Blue Brain Project, Allen Brain Atlas, Human Connectome Project

# High-performance neuroprosthetic control by an individual with tetraplegia

Andrew B. Schwartz, Bioengineering University of Pittsburgh. Lancet V 381 Feb 2013

# Reach and grasp by people with tetraplegia using a neurally controlled robotic arm

John P. Donoghue Brown University, Providence Nature 485 May 2012





**Спасибо за  
внимание!**



В августе 2006 года В августе 2006 года начато создание математической модели гиппокампа крысы.

К декабрю 2010 года К декабрю 2010 года исследователи из Института Южной Калифорнии К декабрю 2010 года исследователи из Института Южной Калифорнии совместно с коллегами из Университета Уэйк Форест разработали и протестировали схему<sup>[5][5][6]</sup>, заменяющую гиппокамп крысы. Исследователи смогли заставить крысу запоминать те или иные действия. Более того, протез гиппокампа смог улучшить способности мозга крысы при одновременной работе с естественным гиппокампом.

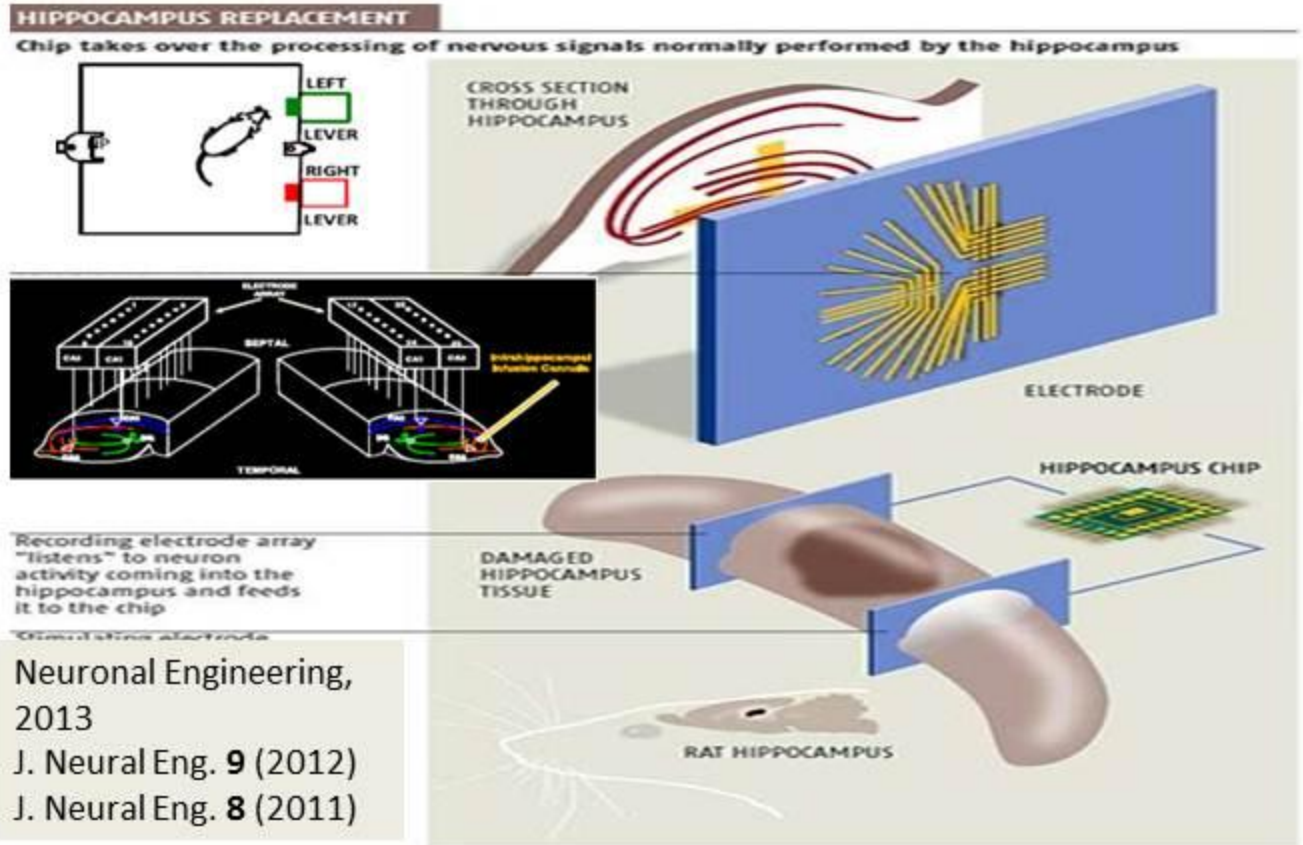
Профессор Теодор Бергер предвкушает создание искусственного гиппокампа человека к 2025 году Профессор Теодор Бергер предвкушает создание искусственного гиппокампа человека к 2025 году. Но сначала необходимо создать и испытать соответствующий протез на

## 4. Протезирование гиппокампа

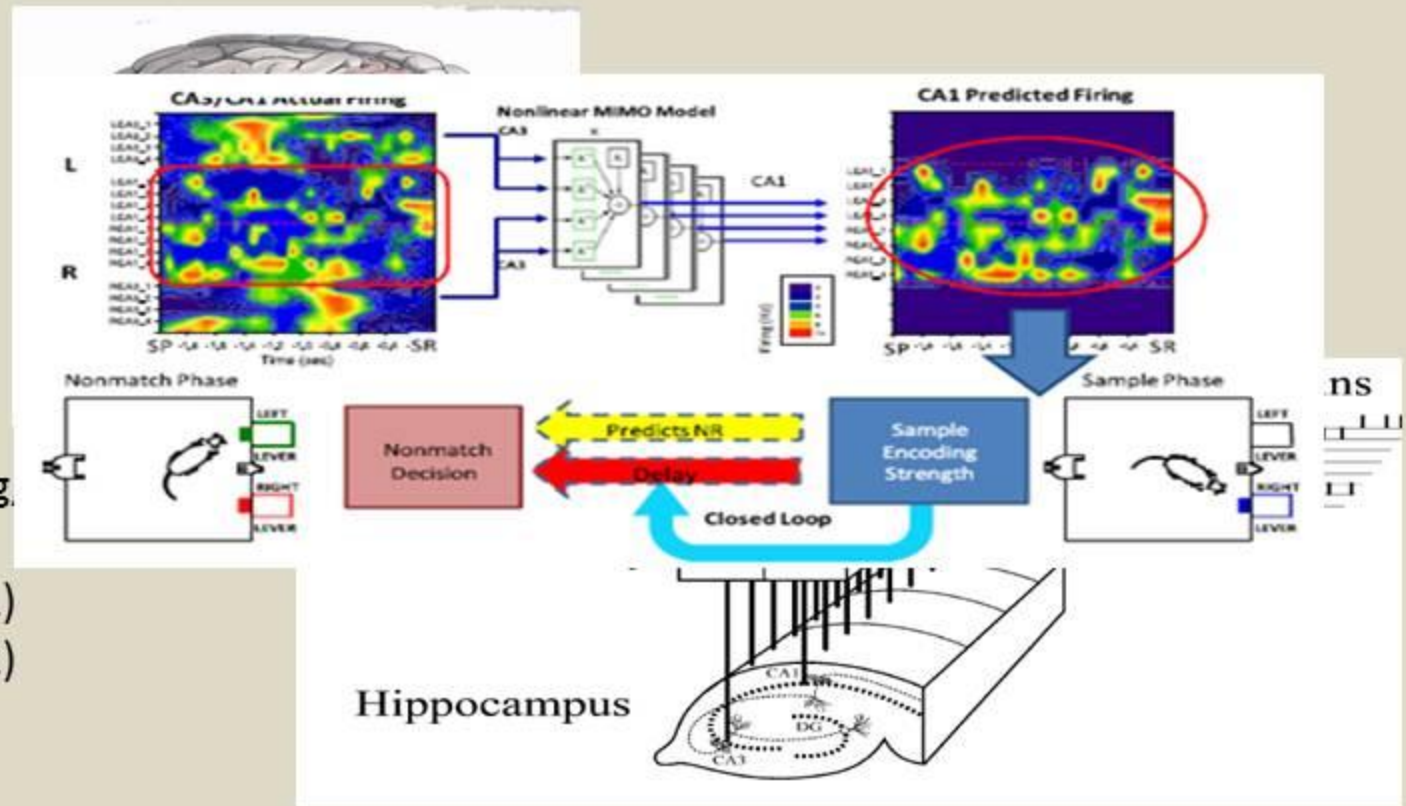


Theodore W. Berger  
Professor

Biomedical Engineering  
Viterbi School of  
Engineering



## 4. Протезирование гиппокампа



Neuronal Engineering,  
2013

J. Neural Eng. 8 (2011)

J. Neural Eng. 9 (2012)