

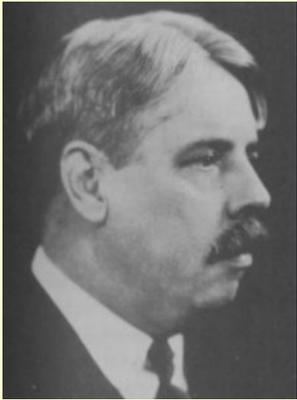
**Инструментальные  
условные рефлексы**

**Оперантное научение**

## Инструментальное научение



## Инструментальное научение

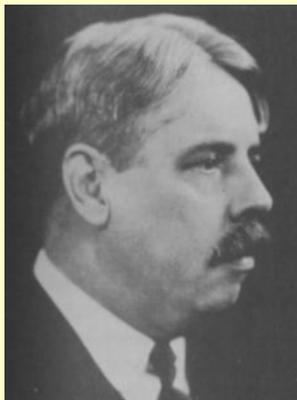


*Торндайк* разработал методику лабиринтов и «проблемных ящиков» (*puzzle box*, клетки с секретом).

*Э.Л. Торндайк*  
(1874-1949)



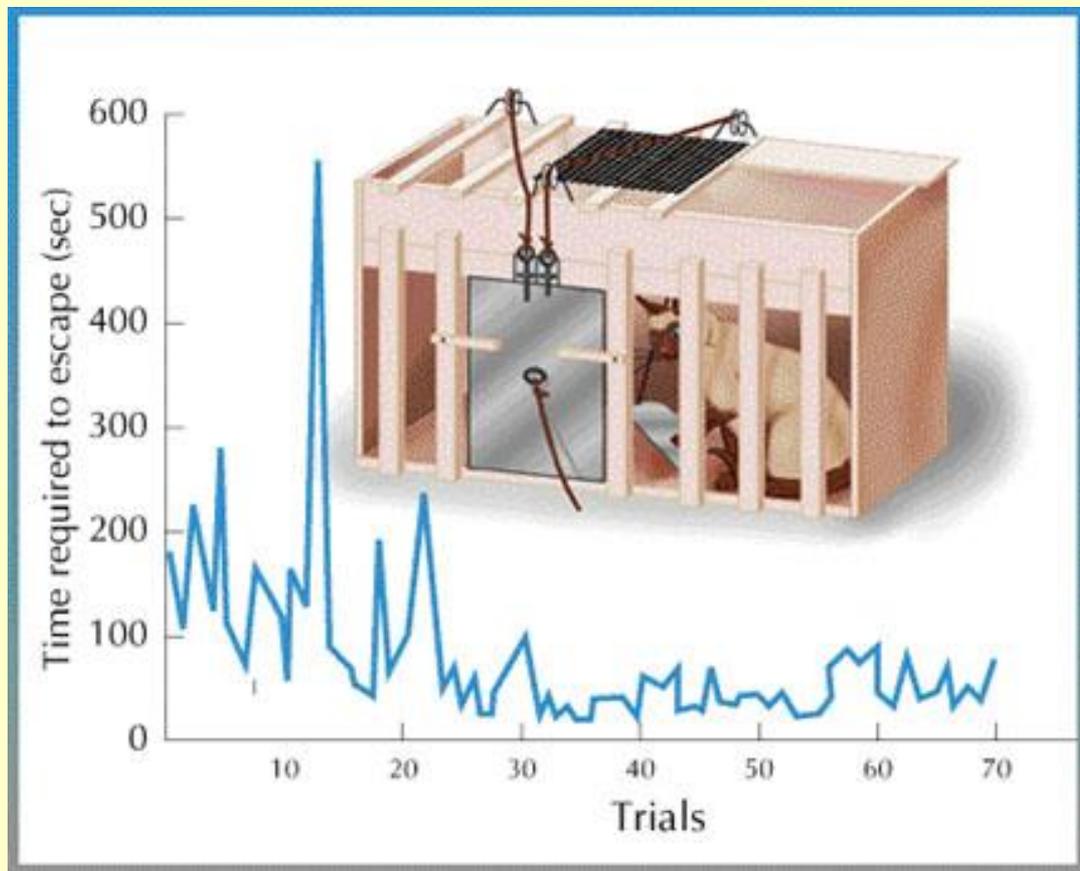
## Инструментальное научение



Животное помещали в этот ящик, из которого оно могло выбраться, только научившись нажимать на педаль, отодвигать задвижку и т.п., в результате чего дверца клетки открывалась, и животное получало пищу.

*Э.Л. Торндайк*  
(1874-1949)

Животное совершало множество беспорядочных движений до тех пор, пока одно из них случайно не приводило к успеху.



# Инструментальное научение

Научение такого типа *Торндайк* «методом проб и ошибок». а-  
зывается также **инструментальным научением**, Оно н к-  
ция, ведущая к вознаграждению, требует использования **инструмента**. поскольку «правильная ре-»

*Торндайк* три закона научения:  
сформулировал

**Закон пользы** –  
если она приводит к **состоянию удовлетворения** (какую-либо реакцию,  
или устраняет какое-либо **вредное воздейс** твие. получение пищи и т.п.)

**Закон эффекта** –  
состояние удовлетворения, **вероятность повторения возрастает**, или  
реакции, вызывающей вредное или неприятное последствие, **вероят-**  
**ность повторения снижается.**

**Закон упражнения** – вероятность **повышается** повторения инструментальной (реа к-  
ции **повышается** т-  
ное «упражняется») **только в результате некоторого числа попыток** живо

## Инструментальное научение Бихевиоризм (от англ. *behaviour*)

*Торндайк* подкрепление вероятности реакции, которой он учитается, потому что повышает установленную связь между этой реакцией стимульной ситуацией, является. Этот взгляд на проблему научения известен как «теория научения по принципу стимул-реакция».

*Торндайк* интеллект» поведение, складывающееся из ряда актов отбора движений, как удачными, и рассматривал его как инструмент случайно оказавшихся приспособления к среде.

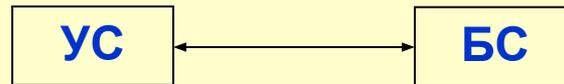
Подобный подход к проблеме научения получил название **бихевиоризма**.

Этот подход основан на следующем: в качестве внешнего стимула рассматривается локальная ситуация, на которую организм должен ответить определенным поведением. Этот подход основан на следующем: в качестве внешнего стимула рассматривается локальная ситуация, на которую организм должен ответить определенным поведением. Этот подход основан на следующем: в качестве внешнего стимула рассматривается локальная ситуация, на которую организм должен ответить определенным поведением.

# Инструментальное научение

Между парадигмами выработки классического и инструментального условных рефлексов существует принципиальное различие.

В классическом рефлексе связь устанавливается между УС и БС, а подкрепление предьявляется независимо от поведения животного.



При инструментальном научении подкрепление (связано) с определенным поведением (движением).



# Инструментальное научение



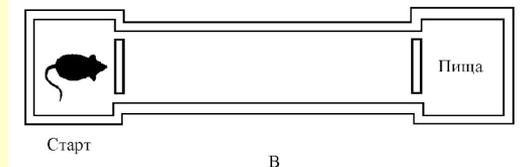
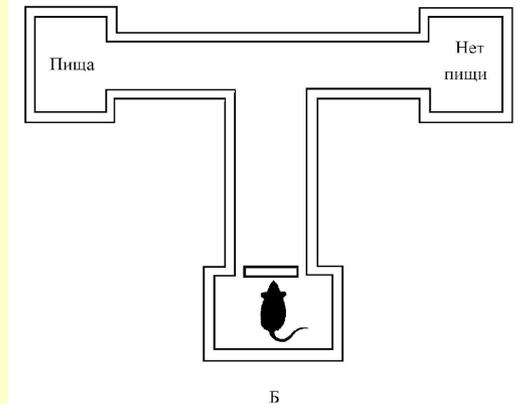
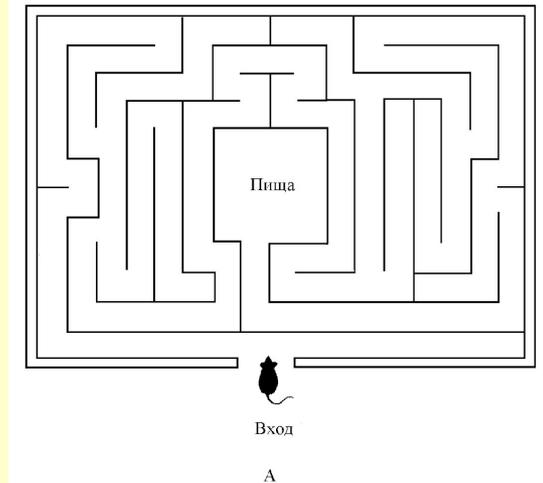
*Д.Б. Уотсон*  
(John B. Watson  
1878-1958)

Предметом бихевиоризма является объективное изучение поведения.

Поведение (сознание человека и его производные) может быть представлено в форме стимулов и реакций.

В каждой поведенческой реакции имеются бихевиористическая, нейрофизиологическая и физико-химическая проблемы.

Таким образом, в рамках бихевиоризма поведение организма («черного ящика»), исследуется как поведение, не затрагивая внутренних нервных процессов, физико-химическую природу.

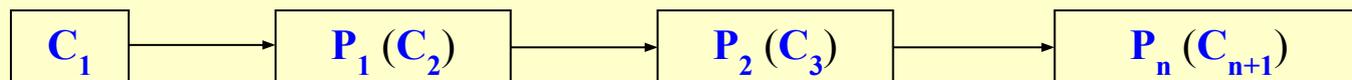


Развитие навыков и появление новых форм поведения *Уотсон* объяснял, исходя из Павловского принципа условнорефлекторного обучения.

Целостное поведение *Уотсон* рассматривал как сложный комплекс элементарных процессов, рецепторов, нервных клеток, проводящих путей, происходящих на уровне мышц и отдельных

Такой подход к описанию элементов поведения получил название «молекулярного». Согласно этой трактовке, поведение представлено набором стимулов и реакций.

Поведенческий акт  $C_1$ , реакция  $P_1$ , запускается стимулом  $C_1$ , в результате совершается акт завершающийся подкреплением  $C_{n+1}$  (и т.д. Поведенческий



# Инструментальное научение

## Критика бихевиоризма

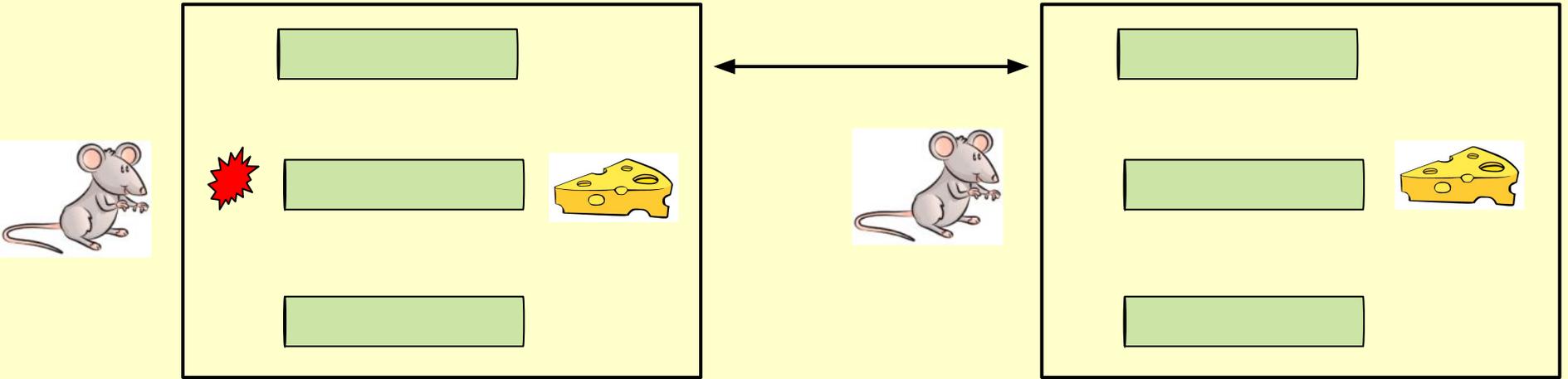
В рамках **бихевиоризма** стали складываться представления, которые предопределили последующие изменения его основной теоретической концепции.

**У. Хантер** (Walter S. Hunter, 1886-1954)

Разработал схему экспериментов по изучению **отсроченных реакций**. В результате этих экспериментов было показано, что животные способны не только к непосредственным реакциям на стимул, но и к **отсроченной реакции**, когда в качестве стимула выступает **памятный след** предшествующих событий и ситуаций.

Таким образом, была поставлена новая проблема: **поведение** основано на определенной **переработке информации** о стимуле в организме с учетом **прошлого опыта** взаимодействия организма со средой.

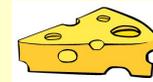
# Схема опытов У. Хантера



10 сек – 25 мин



выбор



## Критика бихевиоризма

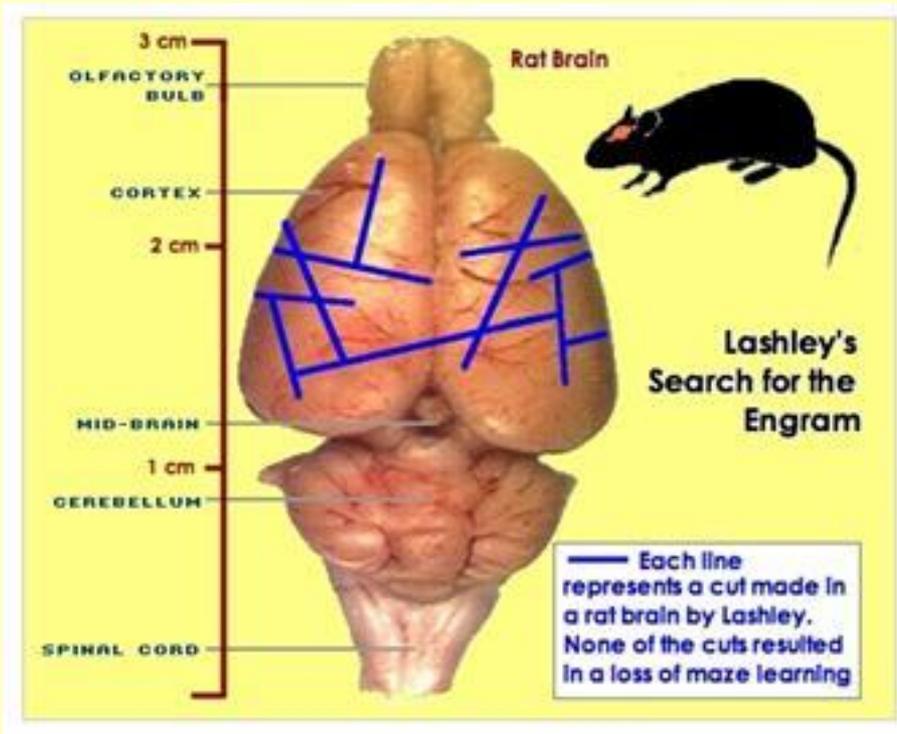
**К. Лешли** (Karl Spencer Lashley, 1890-1958)

Изучал функции мозга в связи с организацией поведенческих реакций. Он поставил под сомнение основной тезис *Уотсона*, согласно которому поведение построено из разрозненных единиц – однозначных связей стимула с реакцией. По этим представлениям, мозг превращался в набор анатомически и функционально закрепленных рефлекторных дуг.

*Лешли* проводил следующие опыты: у животных вырабатывали какой-либо навык, а затем удаляли различные части мозга, чтобы выявить структуры, ответственные за сохранение и проявление этой реакции. Оказалось, что даже при значительных разрушениях целостности мозга, у экспериментальных животных восстанавливались выработанные навыки. На основании своих исследований *Лешли* пришел к выводу, что мозг функционирует как целостное образование, его различные части эквивалентны (т.е. равноценны) и, следовательно, взаимозаменяемы.

Таким образом, было выдвинуто положение о пластичности т-делов головного мозга и функциональной многозначности его структур. Поведение стало пониматься как результат интегративной деятельности мозга.

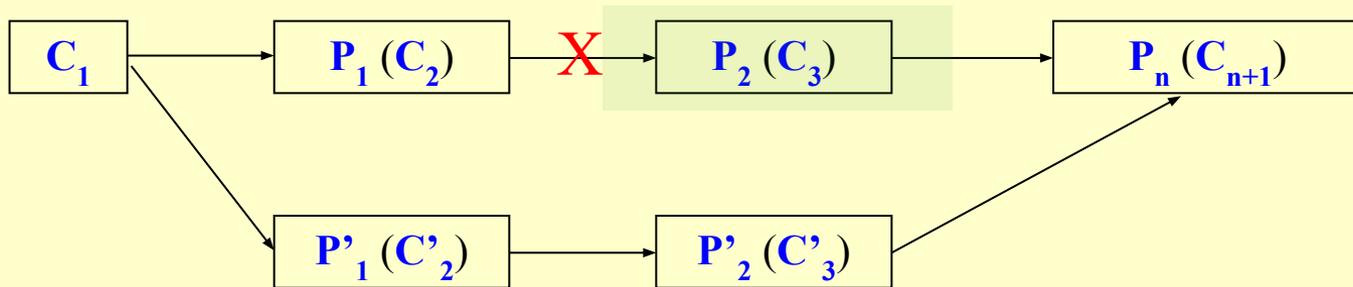
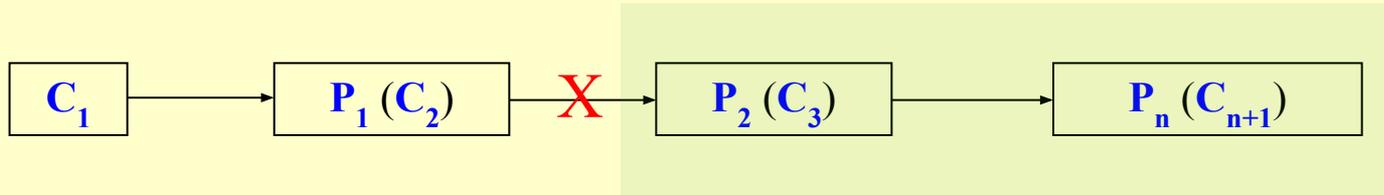
# Необихевиоризм К. Лешли



Lashley performed experiments from 1921 to 1955 that proved that the destruction of certain engrams or memory data depends more on the extent of the damage than on its location.

This evidence proves our theory that engrams should not be considered as an anatomical area where data is stored (like a hard drive), but a functional circuit that can include a great number of neurons and so they can be very extensive.

# Критика бихевиоризма



# Инструментальное обучение

## Необихевиоризм

### **Э.Ч. Толмен (Edward C. Tolman 1886-1959)**

*Толмен* взял за основу целостность и целенаправленность поведения. В противовес «молекулярному» принципу поведения, он выдвинул «молярный» (целевой) принцип.

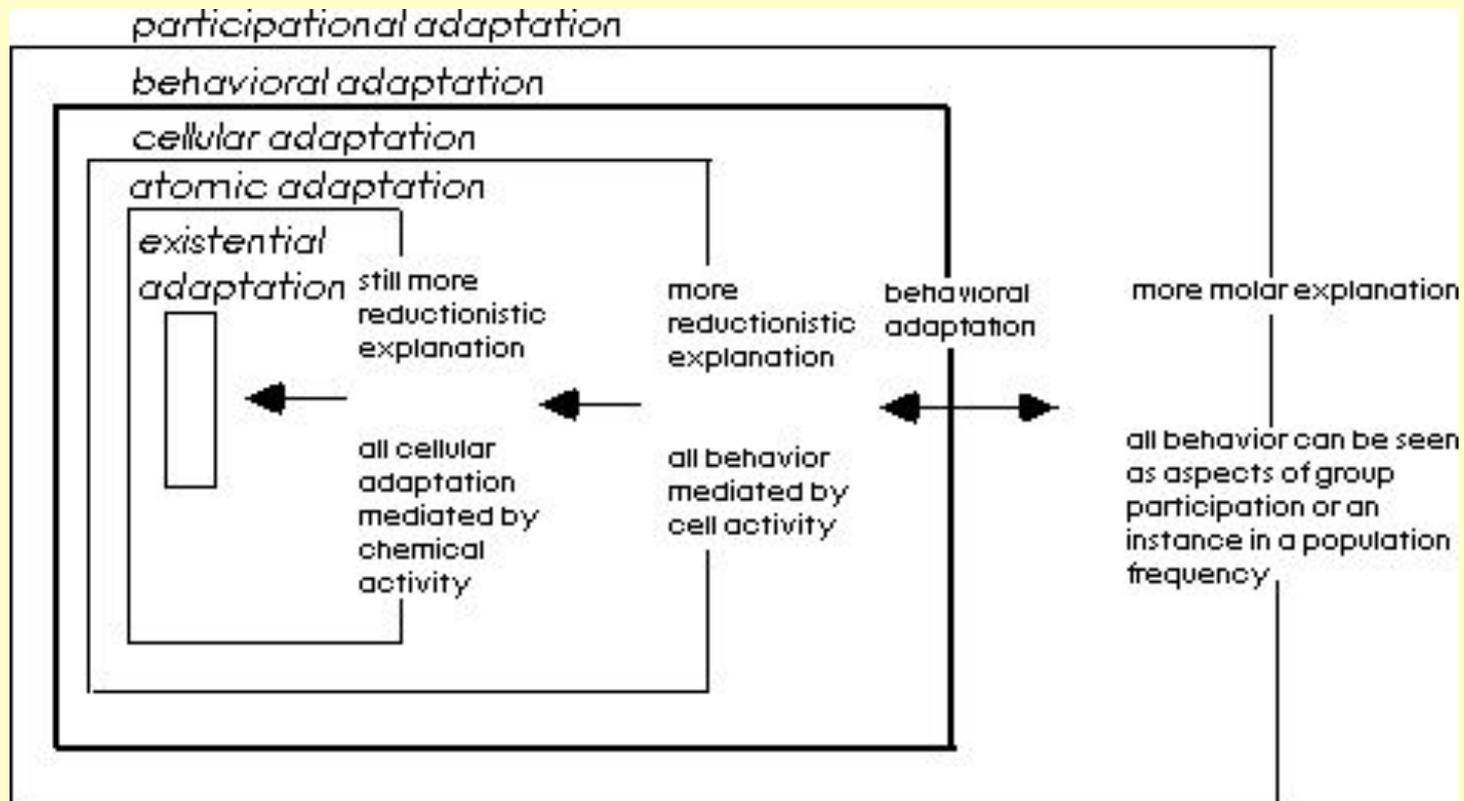
Например, реакцию конкретного рецептора, нервной клетки, мышцы или железы в ответ на определенный стимул считают «молекулярной» реакцией, тогда как поведенческий ответ животного в «проблемном ящике» считают «молярной» реакцией.

Это означает, что два ответа могут отличаться на «молекулярном» уровне, но быть одинаковыми на "молярном" уровне (т.е. приводить к достижению единственной цели - получению подкрепления). Практически любое поведение можно описать как на «молекулярном», так и «молярном» уровнях.

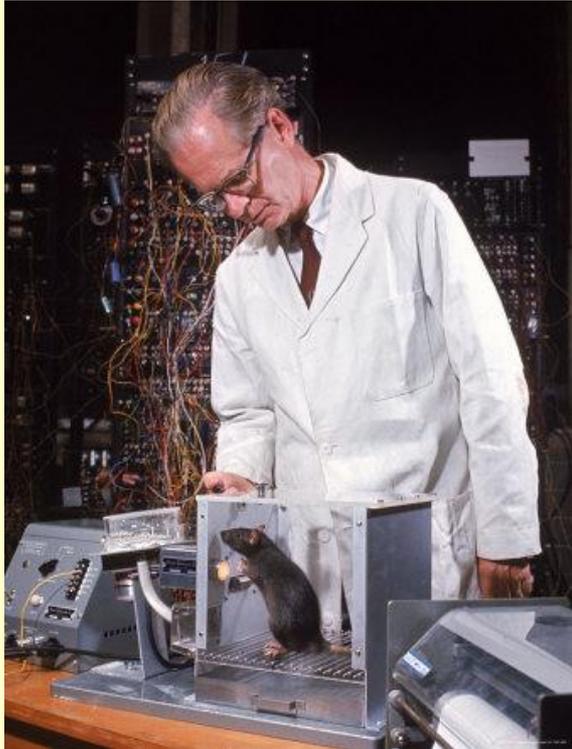
# Инструментальное обучение

## Необихевиоризм

По **Толмену**, молярный» целостный акт, поведение, как « феномен, представляющий собой целостную направленность, «попытку», характеризующийся особыми свойствами: целенаправленностью, «попыткой», пластичностью, объективностью. **Толмен** нарушил жесткую схему бихевиоризма «**стимул-реакция**», между ними важную переменную – мотив поведения ( поместив е-чение, намерение, цель, значение и т.д.). потребность, вл



## Оперантный подход **Б.Ф. Скиннера** (Burrhus Frederic Skinner, 1904-1990)



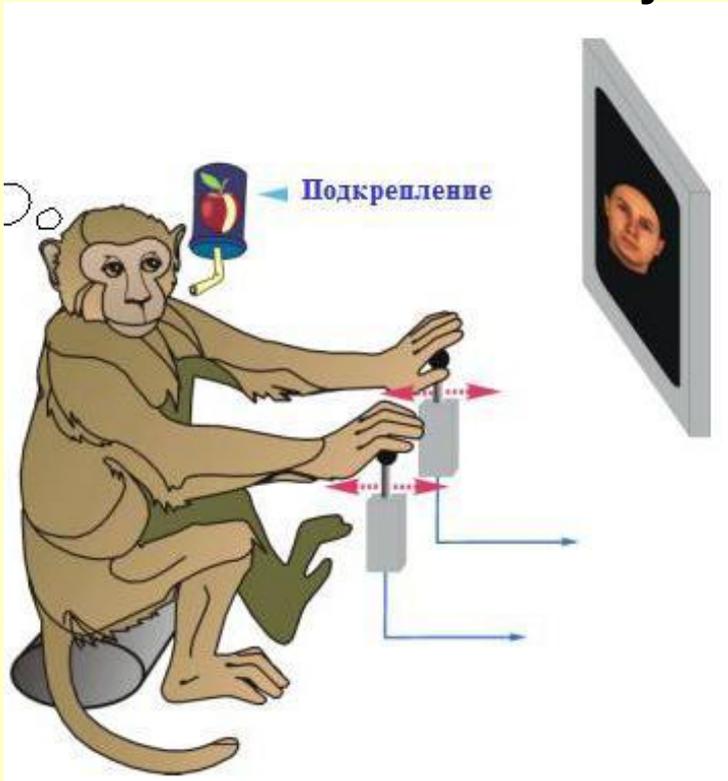
Основным постулатом этого подхода к изучению поведения является то, что реакция животного определяется **внутренними механизмами**, в основе **произвольных реакций**. **Скиннер** разделял поведение на **рефлективное (реактивное)** и **оперантное (активное)**.

Он выделял:

- **респондентное** (ответное) **поведение** - условно- и безусловнорефлекторное, особенностью которого является пассивно-отражательный характер;
- **оперантное поведение**, строящееся на основе активных проб, инициируемых самим организмом.

# Респондентное vs. оперантное поведение

пусковой  
стимул

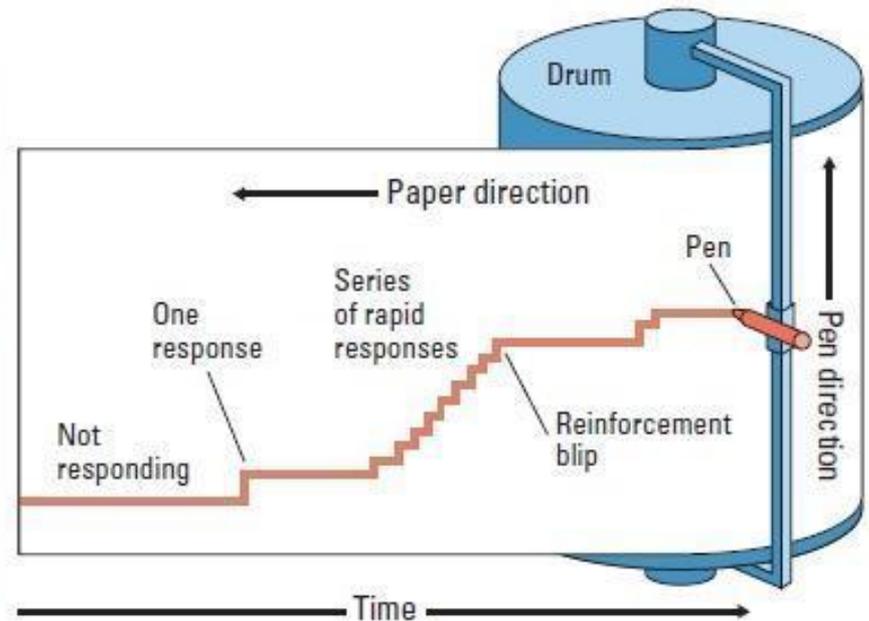
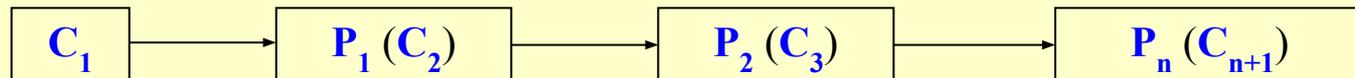


самоинициация  
реакции



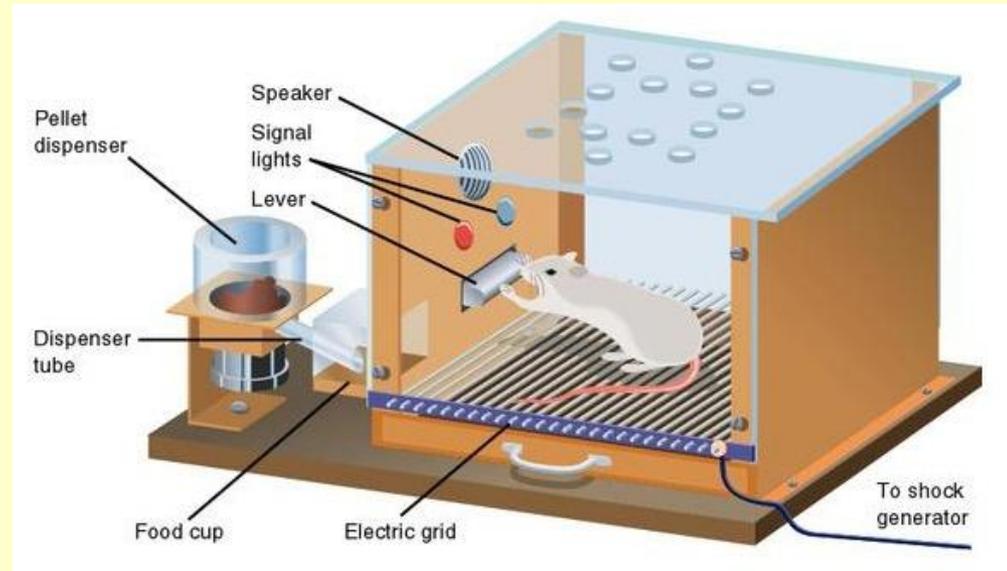
## Оперантный подход **Б.Ф. Скиннера**

При анализе поведения животных каждое движение **Скиннер** рассматривал как **единицу оперантной реакции**. Целью экспериментальной реакции он назвал **операндом**. Это элемент ответной двигательной реакции животного и человека состоит из **множества операндов**.

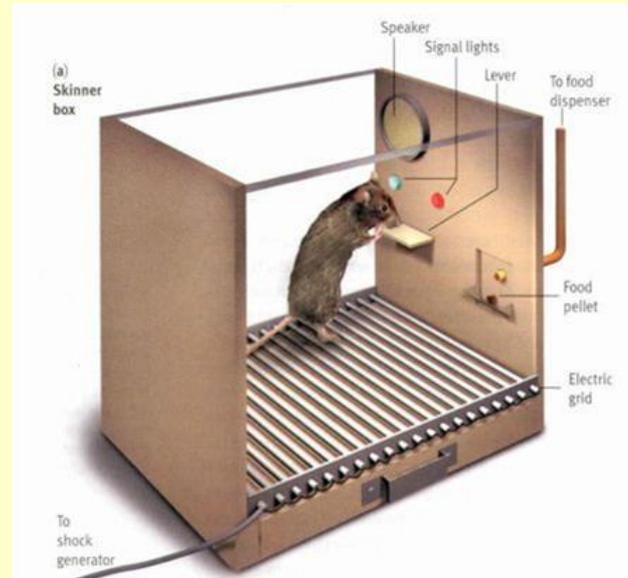


# Оперантный подход **Б.Ф. Скиннера**

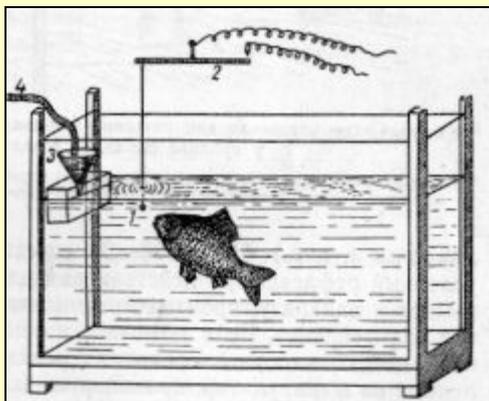
«**Проблемный ящик**»  
**Скиннера**



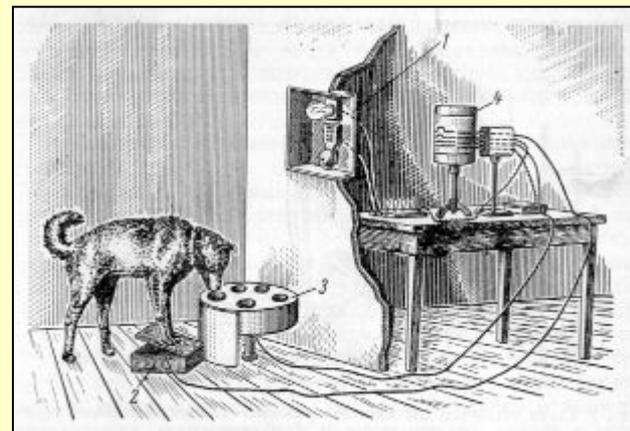
Оперантное обучение  
крысы и голубя



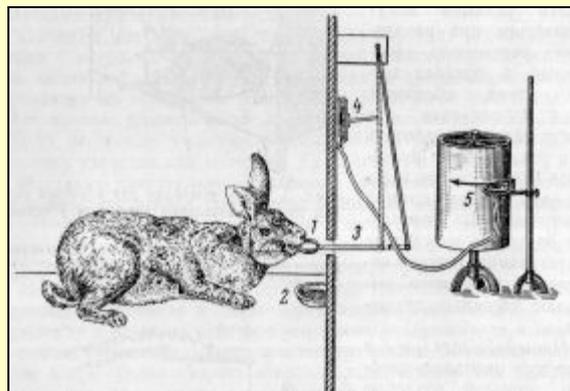
# Установки для выработки двигательных (инструментальных) условных рефлексов у различных животных



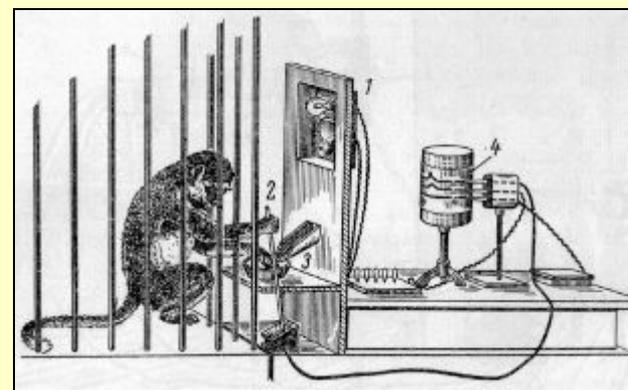
Карп хватает бусинку



Собака нажимает на педаль

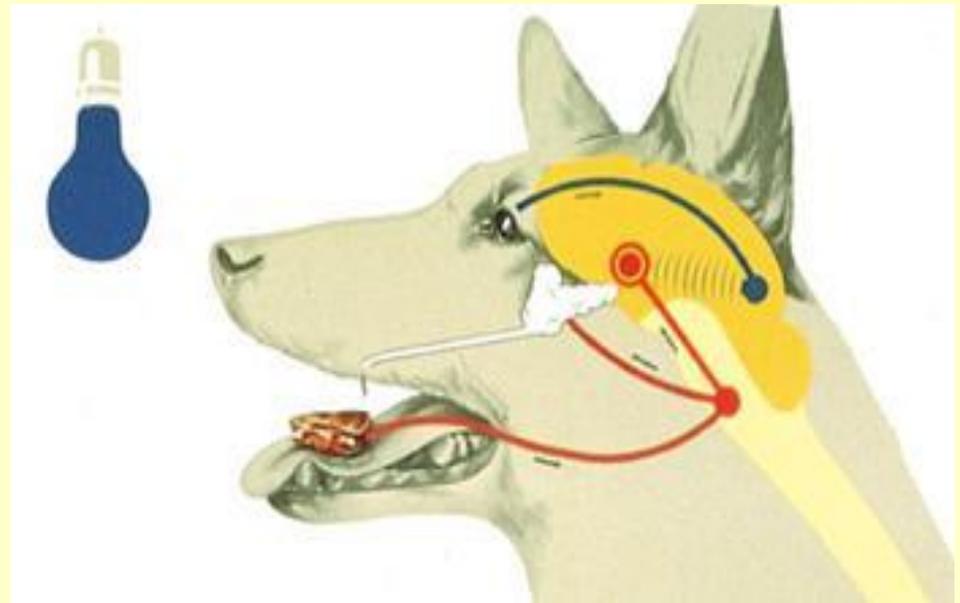
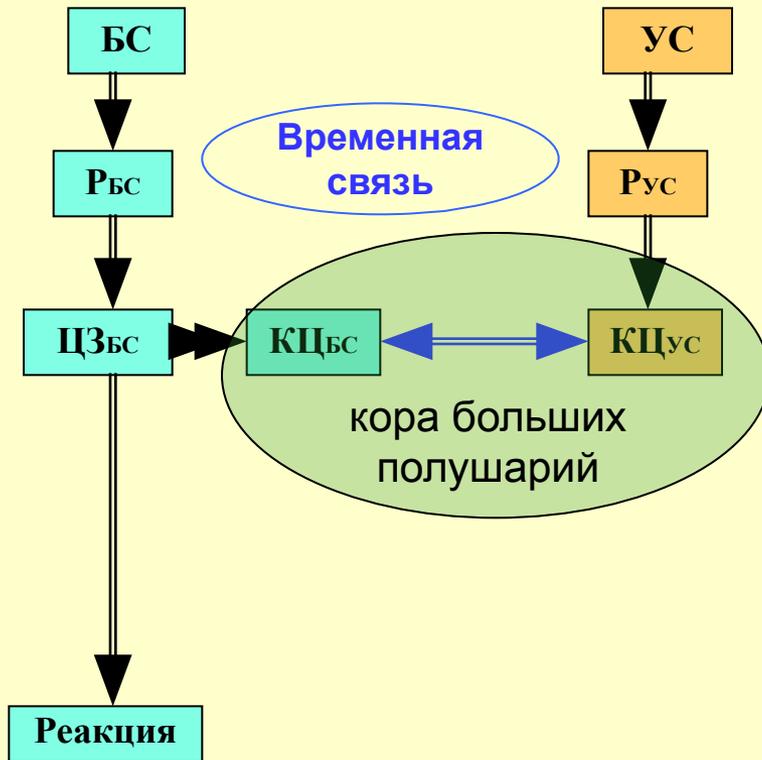


Кролик дергает за кольцо

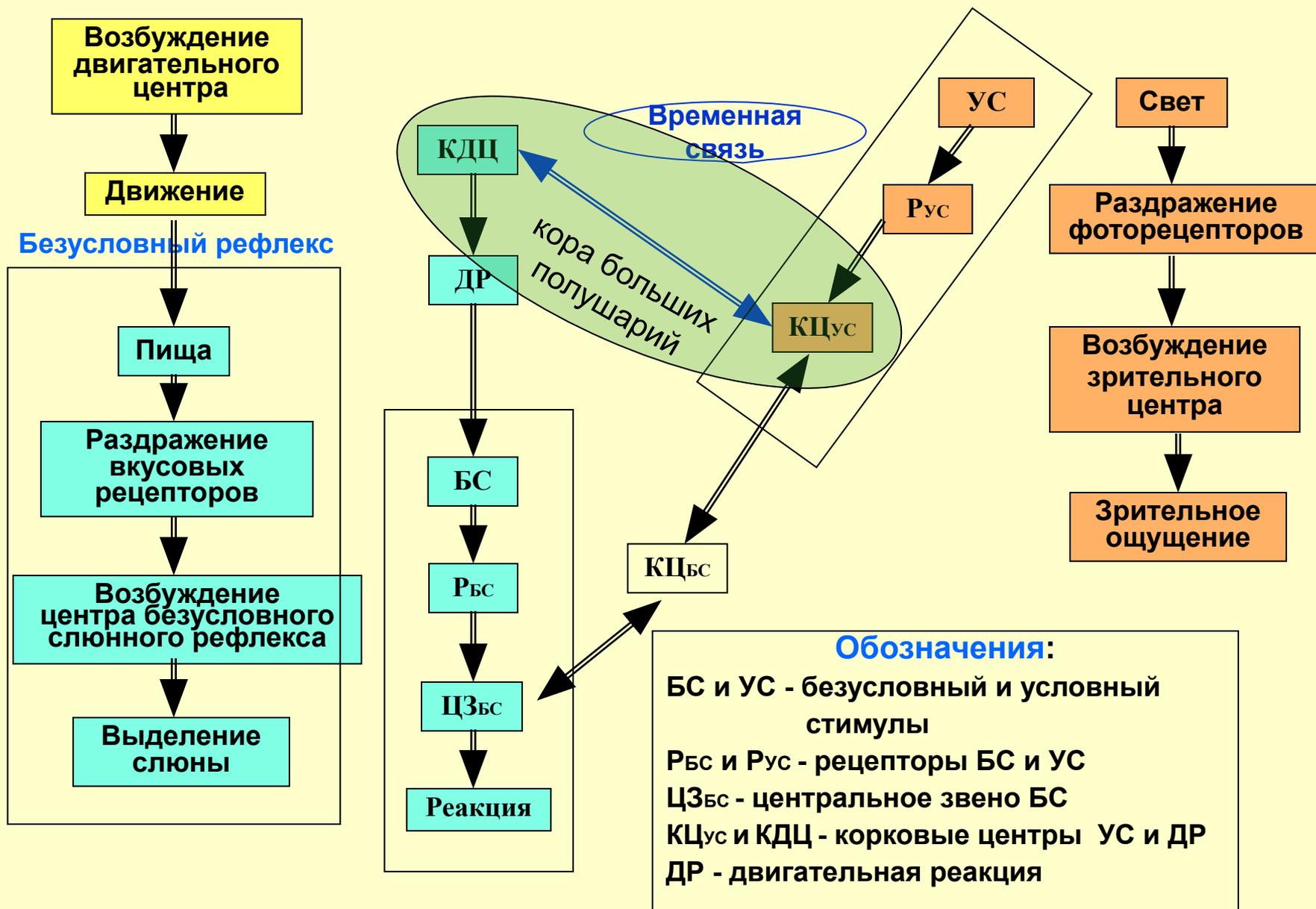


Обезьяна дергает за рычаг

# Схема классического (Павловского) условного рефлекса



# Схема инструментального условного рефлекса



# Концепция гностических нейронов *Ю. Конорского*



Genealogy of the “Grandmother Cell”  
CHARLES G. GROSS

NEUROSCIENTIST 8(5):512–518,  
2002

**Jerzy Konorski** in front of the Nencki Institute of Experimental Biology in Warsaw. (Photograph by the author in 1961.)

## Нейрофизиологический базис гностических нейронов

- 1) Д. Хьюбел, Т. Визель – детекторы в зрительной коре (простые, сложные, гиперсложные нейроны) в зонах V2, V3 (Hubel, Wiesel, 1962, 1965).
- 2) М. Мишкин – нейроны, кодирующие лица и другие сложные объекты в нижневисочной коре обезьян (IT) и других областях (MT, V4) (Mishkin, 1966).
- 3) А.Р. Лурия – на рушение восприятия сложных зрительных и других объектов (агнозии, прозопагнозии) у людей с повреждениями ассоциативных и нижневисочных корковых областей.

“Particular categories of visual stimulusobjects probably represented in different gnostic fields” (Konorski 1967).

малые объекты, которыми  
можно манипулировать (7b)

большие объекты (39)

лица (37)

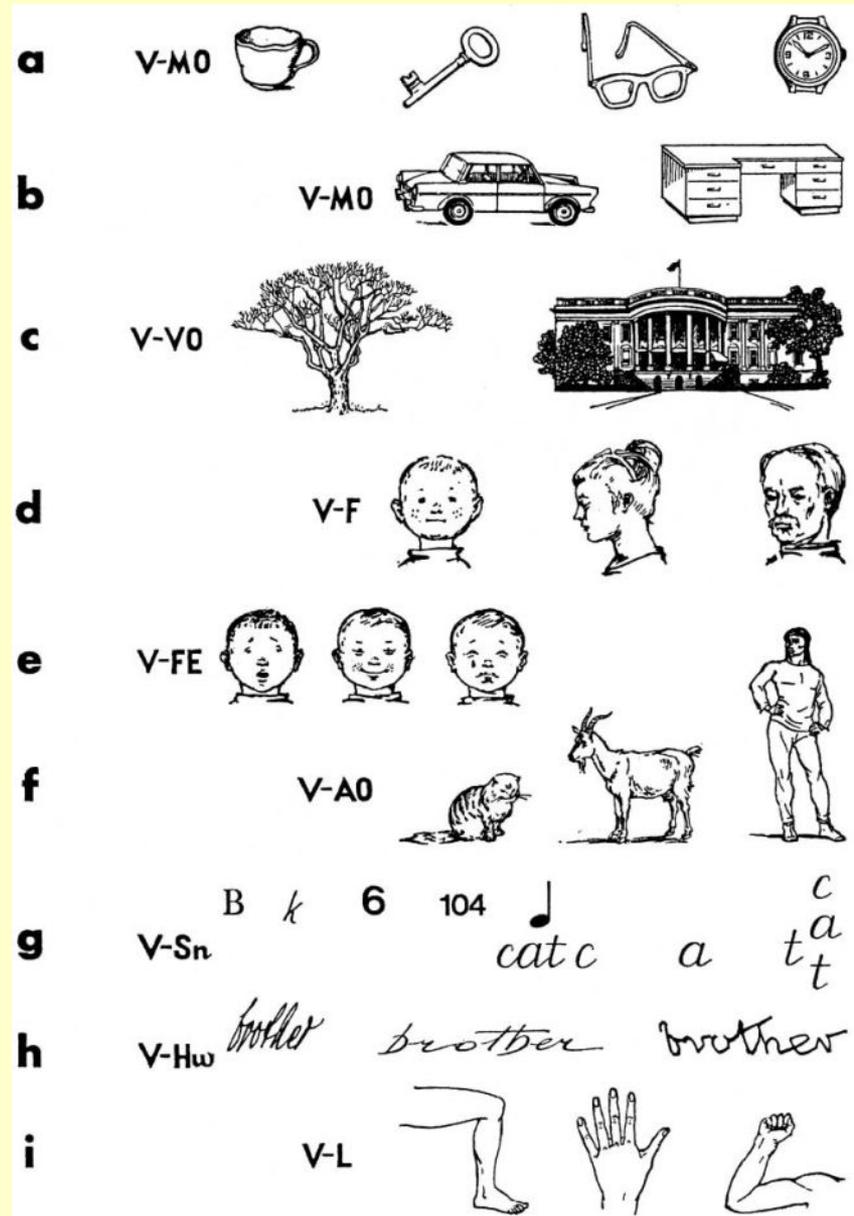
эмоции (37)

анимированные объекты (37)

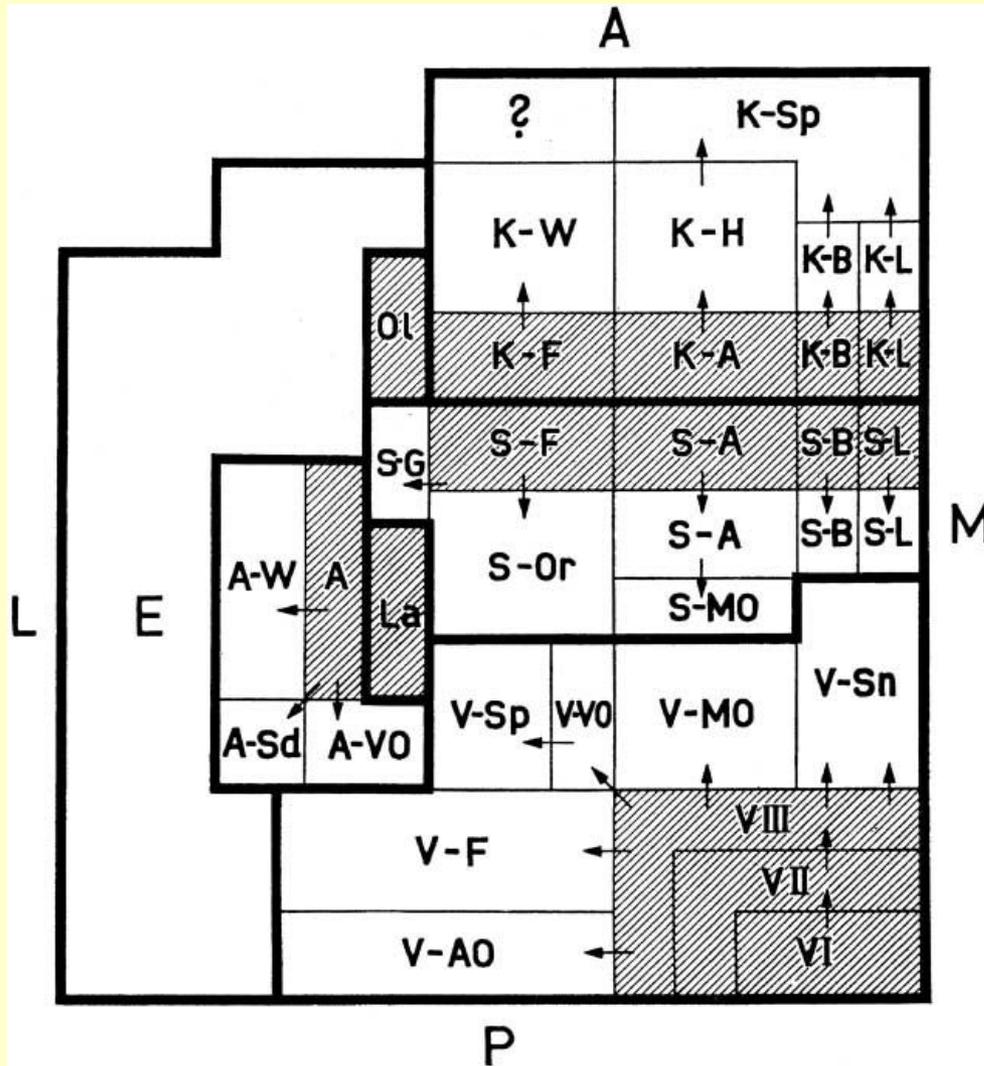
знаки (7b)

социальная идентификация

конечности



# “Conceptual map of the human cerebral cortex”

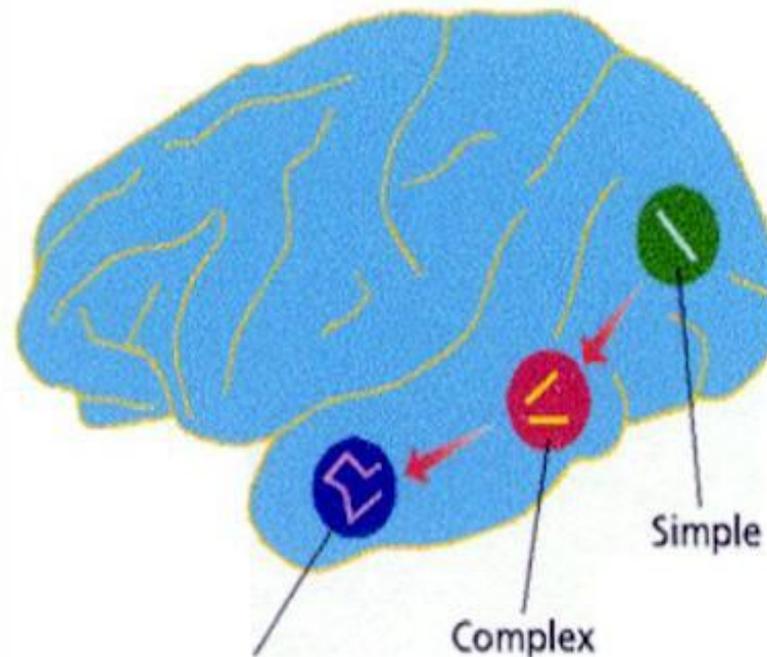
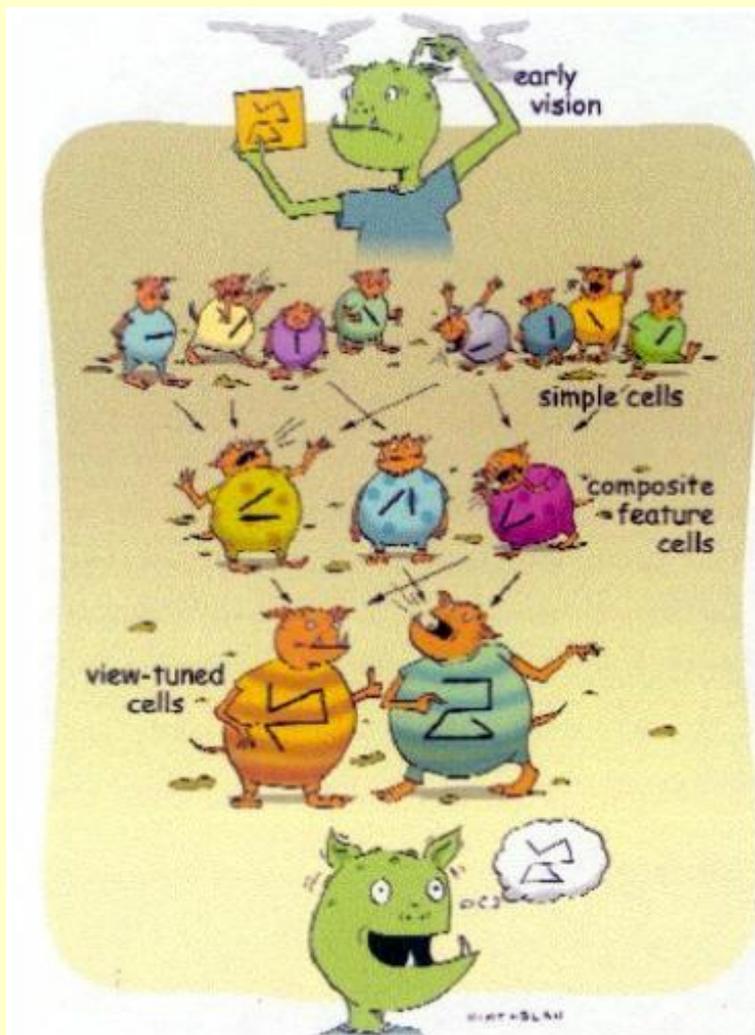


A, anterior; P, posterior; L, lateral; M, medial. Projective fields are hatched; gnostic fields are plain. The modality boundaries are thick lines. The arrows denote connections. The numbers are tentative correspondences with Brodman's areas.

The letters are gnostic fields shown: V, visual analyzer; V-I (17); V-II (18); V-III (19); V-Sn, sign visual field (7b); V-MO, field for small manipulable objects (7b); V-VO, field for large objects (39); V-Sp, field for spatial relations (39, right hemisphere); V-F, field for faces (37); V-AO, field for animated objects (37). A, auditory analyzer; A, projective auditory field (41,42); A-W, audio-verbal field (22); A-Sd, field for various sounds (22, right hemisphere); A-VO, field for human voices (21). The legends for the symbols for the Somesthetic (S) and Kinesthetic (K) fields have been omitted. Ol, olfactory analyzer; E, emotional analyzer (Konorski 1967).



# Нейроны-детекторы простых и сложных признаков в зрительной системе



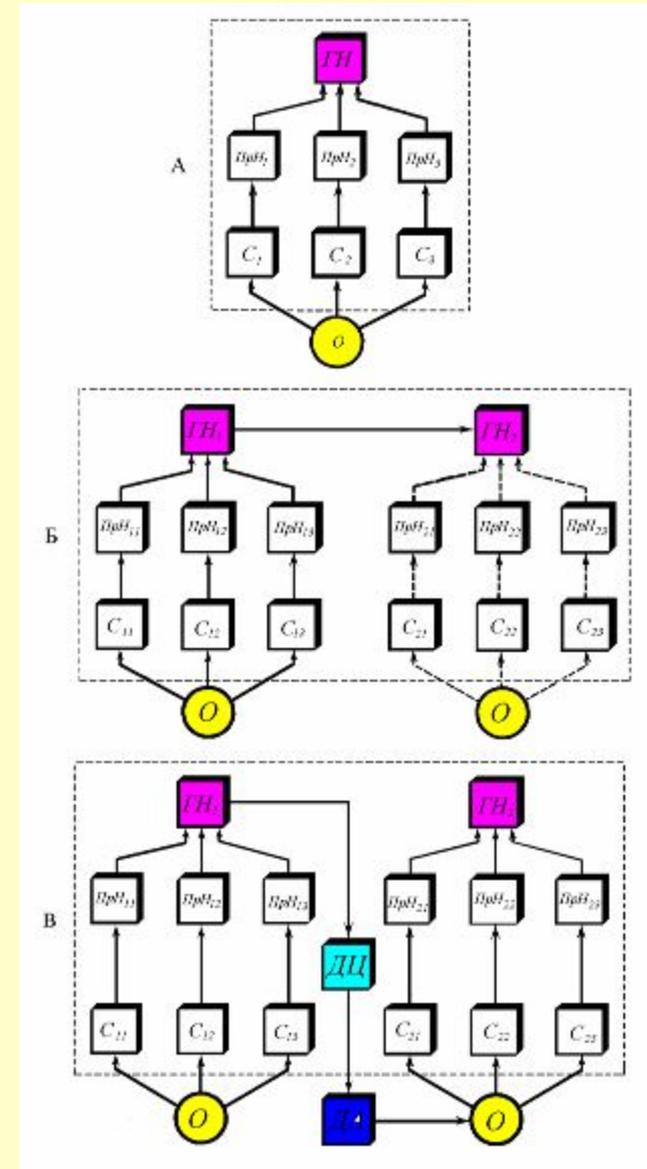
From: Tarr MJ (1999) News on views: Pandemonium revisited. *Nature Neuroscience* 2, 932-935.

# Концепция гностических нейронов Ю. Конорского

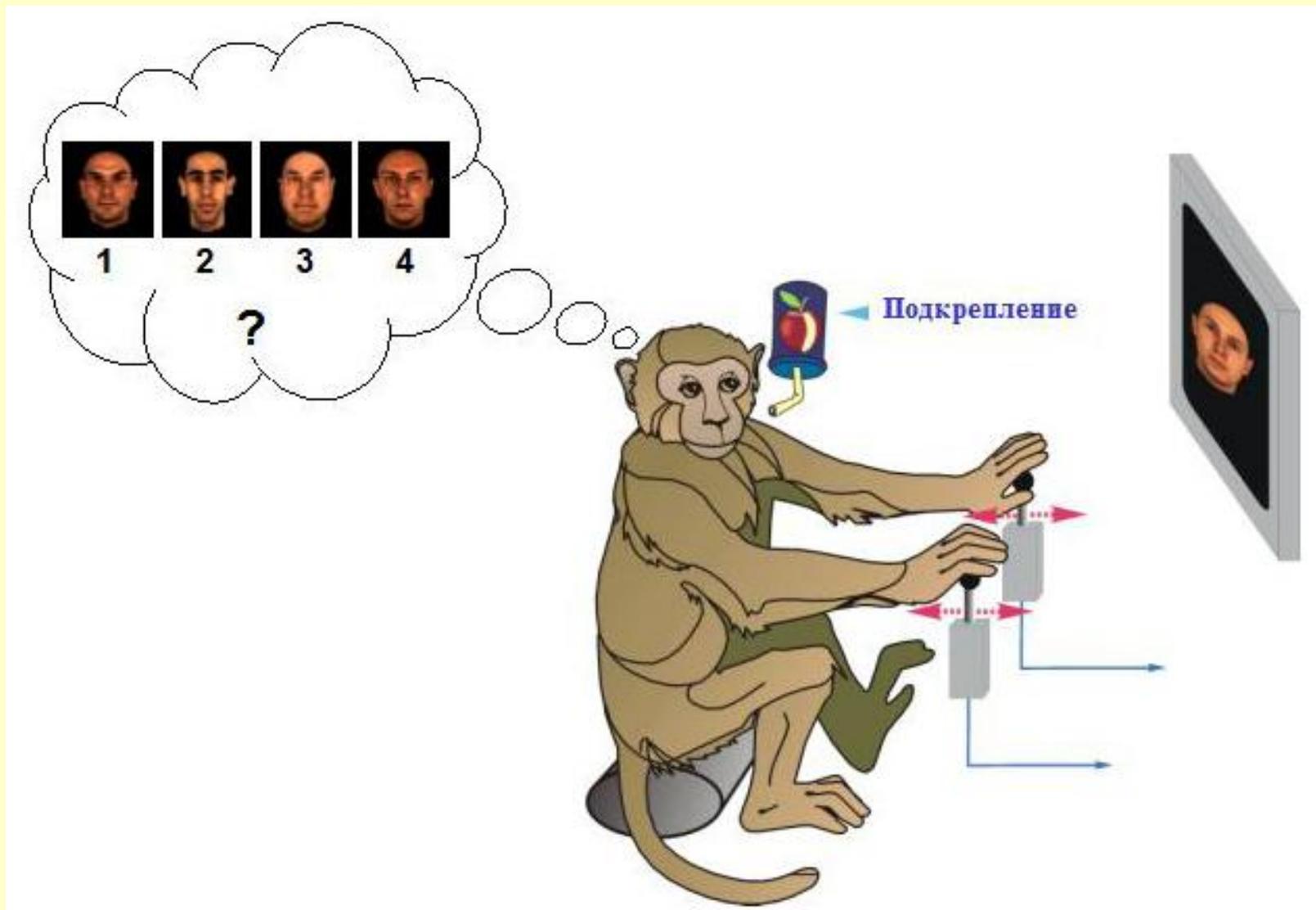
Различные события (стимулы) или отдельные свойства (или и/или их определенные свойства) вызывают (активацию) гностического нейрона.

При одновременной активации двух гностических нейронов, реагирующих на два разных ассоциативных стимула, между ними возникает временная связь (классический условный рефлекс).

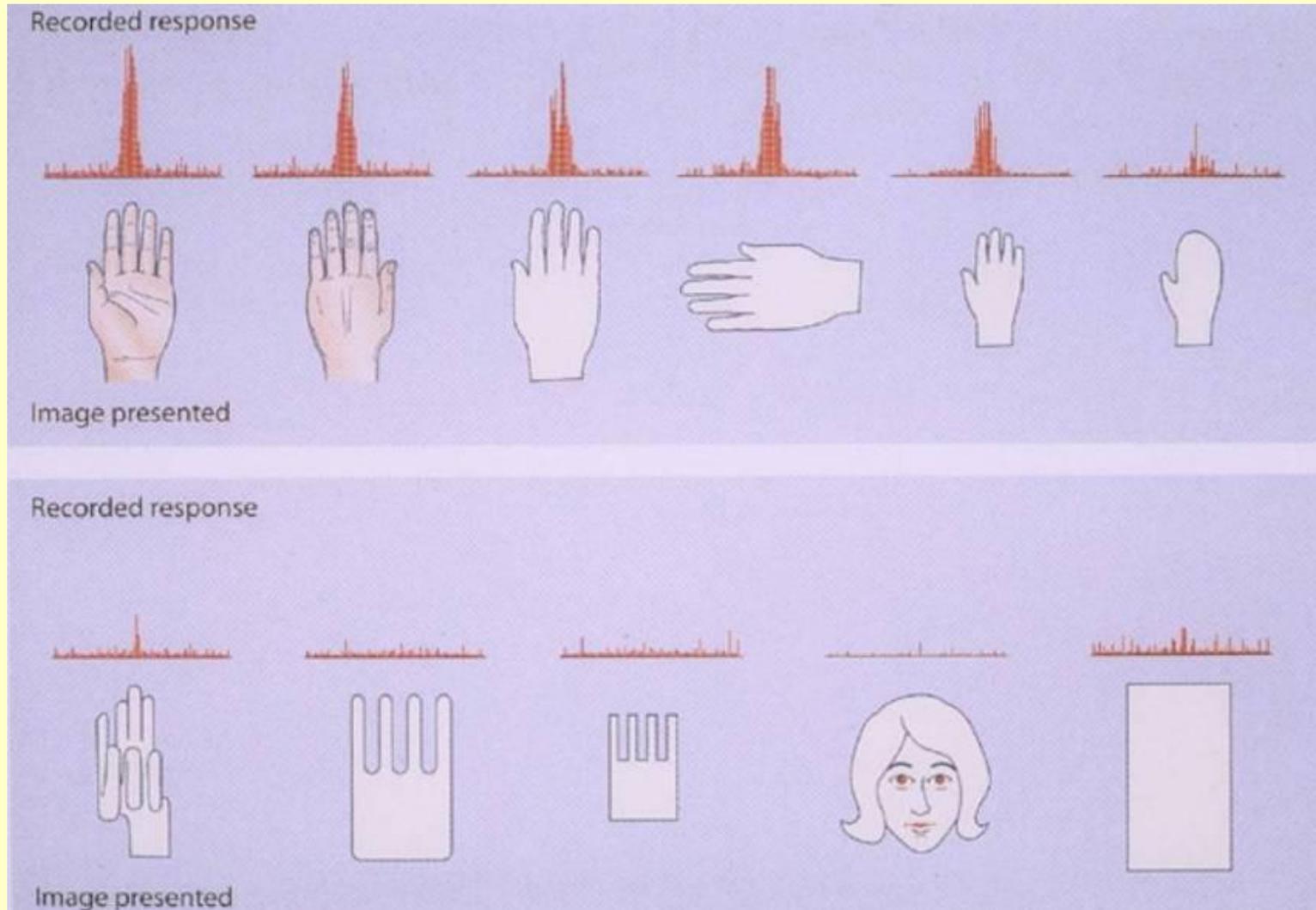
При инструментальном рефлексе ассоциативная связь гностическим нейронам возникает между двигательным центром, условного стимула и двигательной реакцией, который обеспечивает подкрепление, приводящую к получению



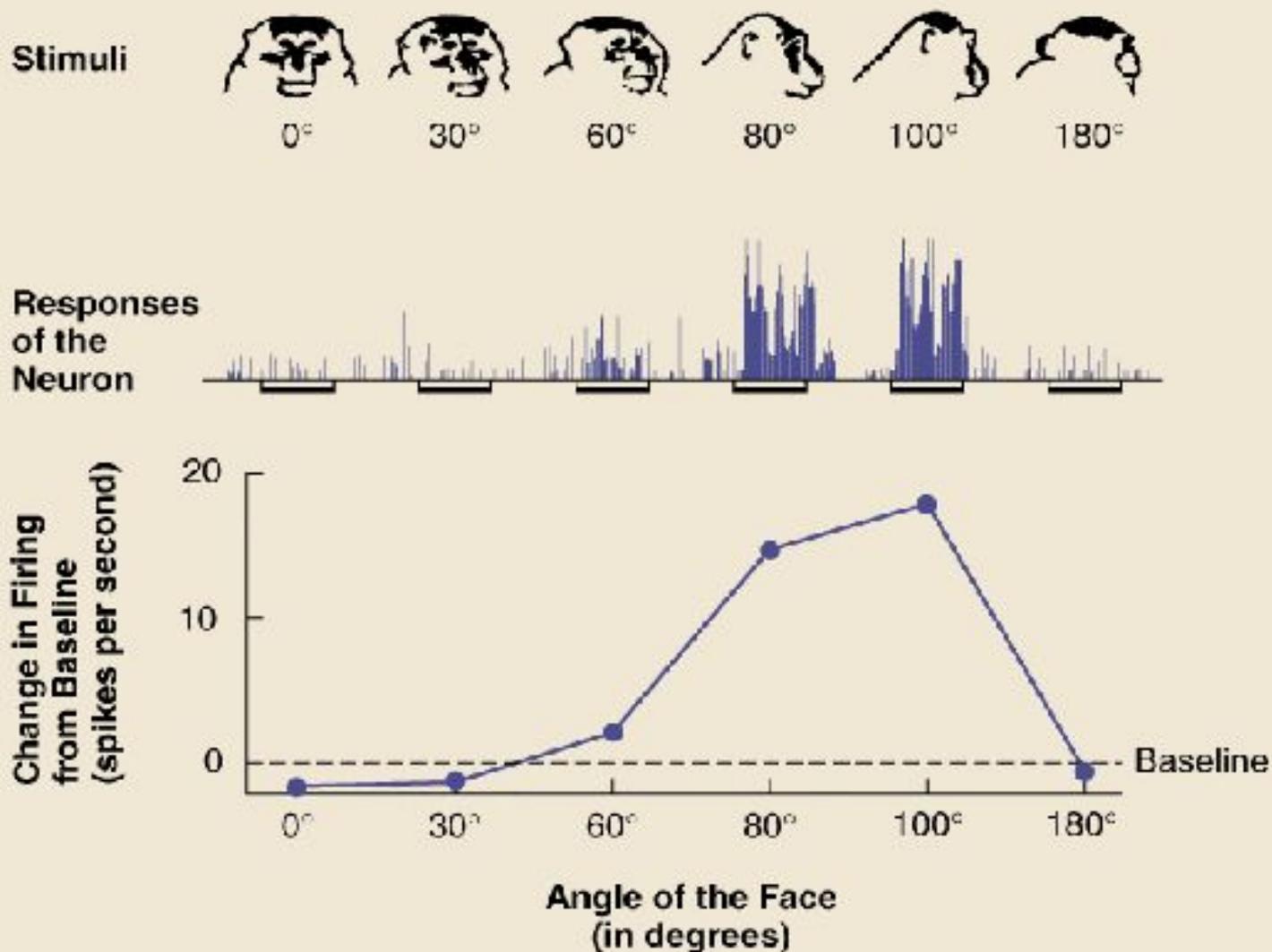
# Нейроны «лиц» у обезьян

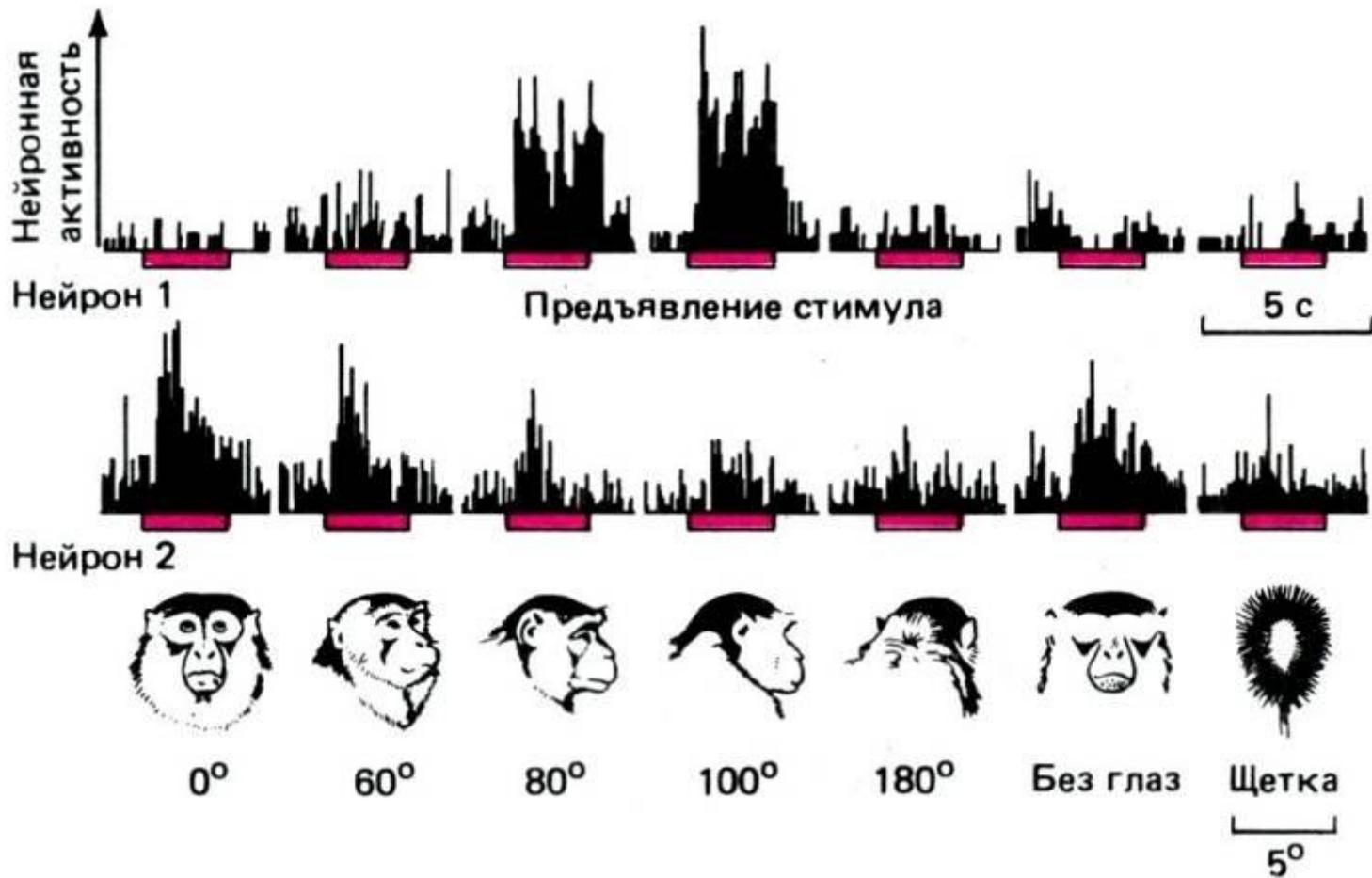


# Нейроны, селективные к определенным объектам, в нижневисочной коре обезьян



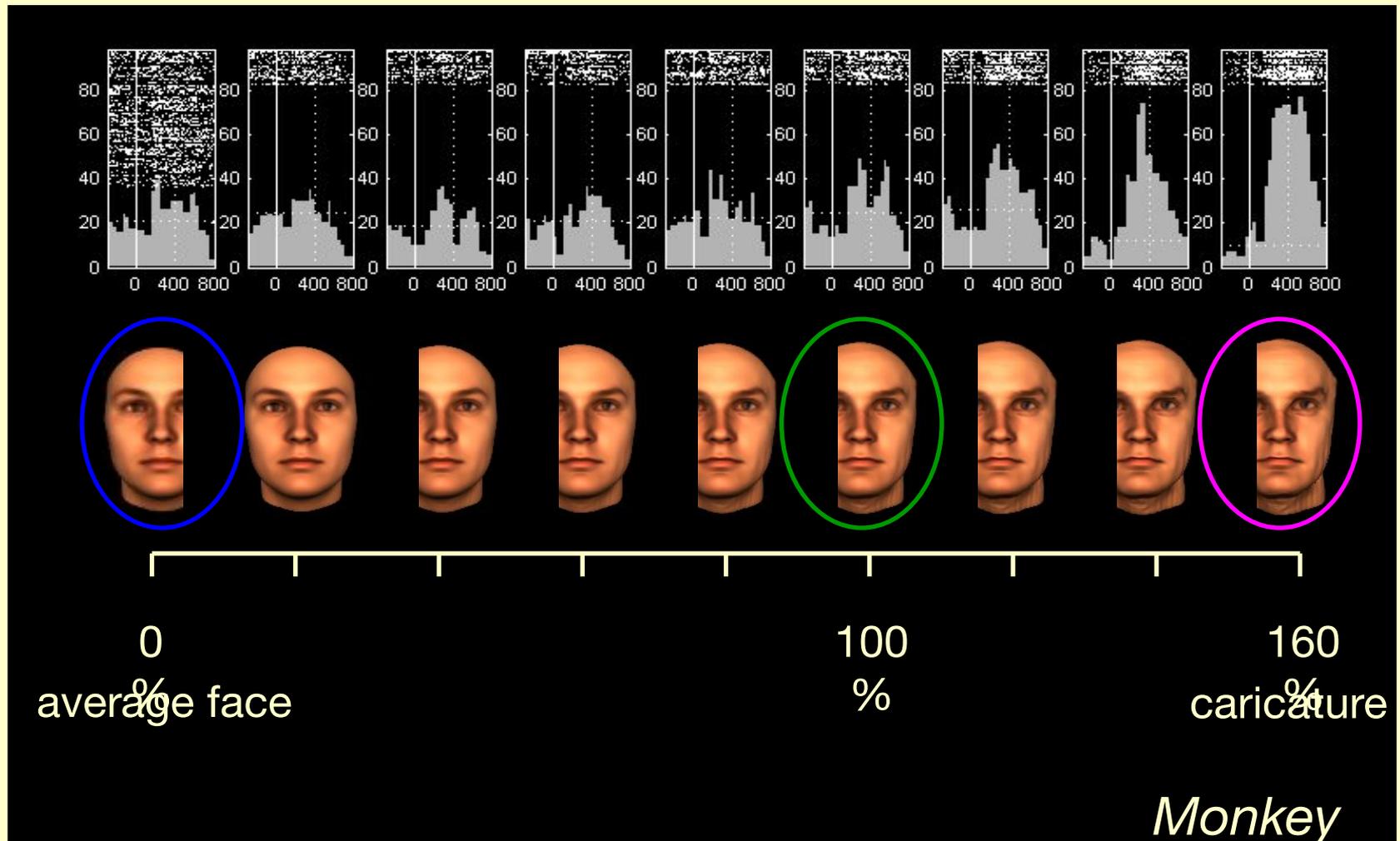
## ► Firing Rate of a Monkey Inferotemporal Cortex Neuron



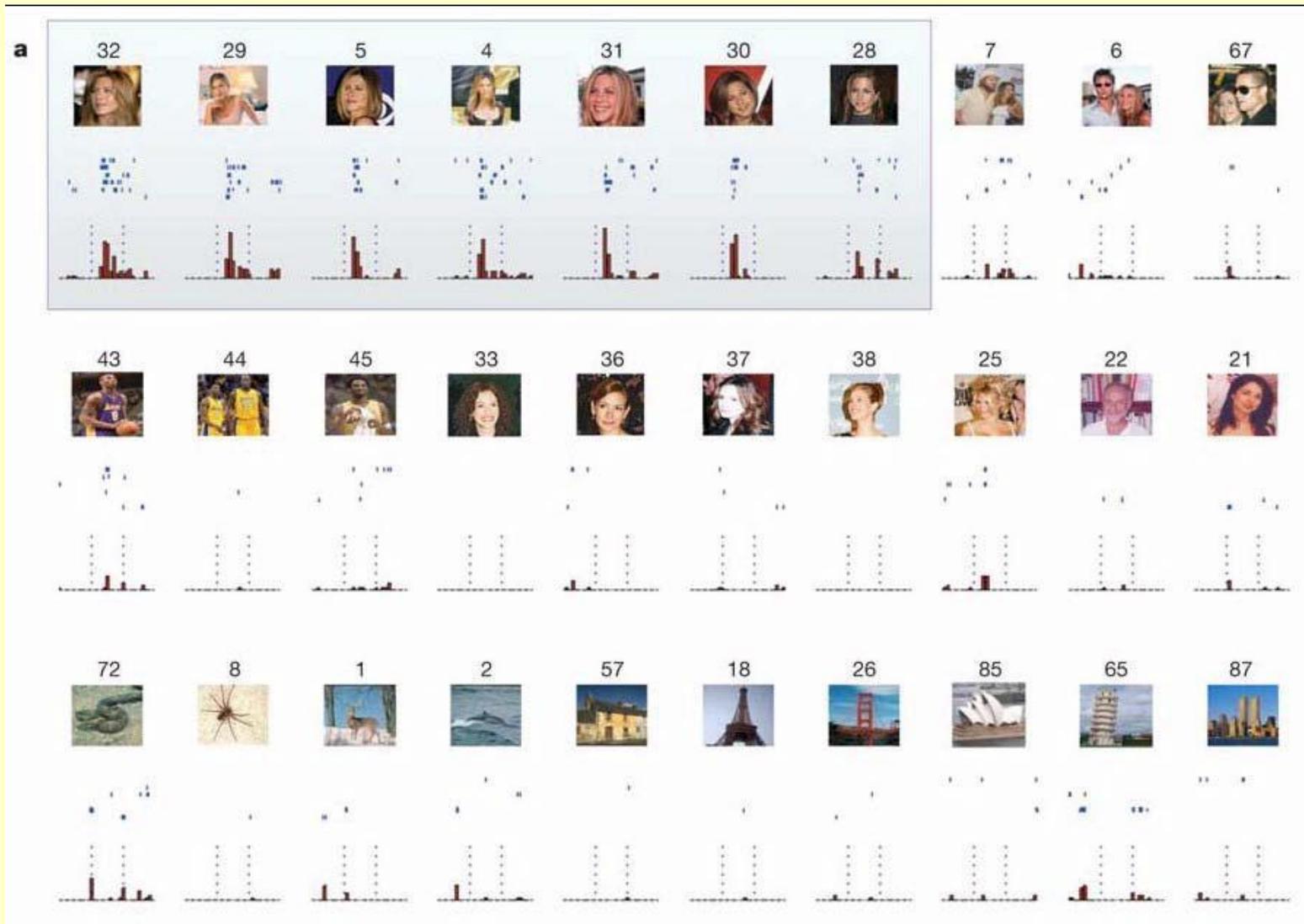


**Средняя частота импульсации двух нейронов «лицеспецифичной» корковой области в глубине верхней височной борозды.** Бодрствующим животным предъявлялись стимулы, показанные в нижнем ряду (2,5 с каждый - красные горизонтальные полосы). Нейрон 1 дает максимальный ответ на стимул угловым размером 5°, соответствующий профилю обезьяны, а нейрон 2-на лицо «анфас». Если закрыть горизонтальную часть лица на уровне глаз, реакция нейрона 2 меняется незначительно. С

Реакция нейрона у обезьяны увеличивается по мере приближения изображения к индивидуальному лицу

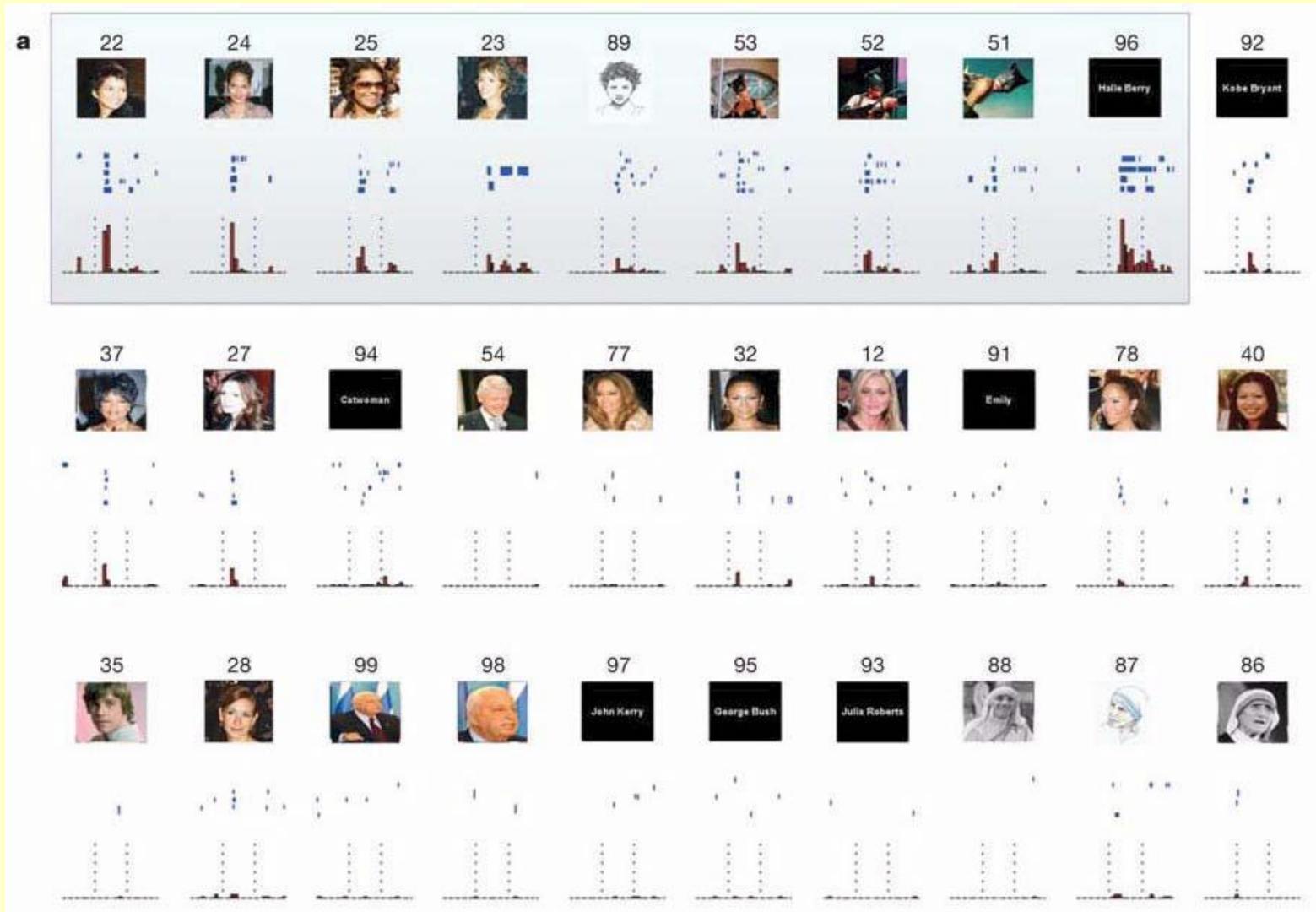


# Нейроны, селективные к актрисе *Jennifer Aniston*, в левом заднем гиппокампе человека



Quiroga Q, Reddy L, Kreiman G, Koch C, Fried I (2005) Invariant visual representation by single neurons in the human brain. *Nature* 435, 1102-1107

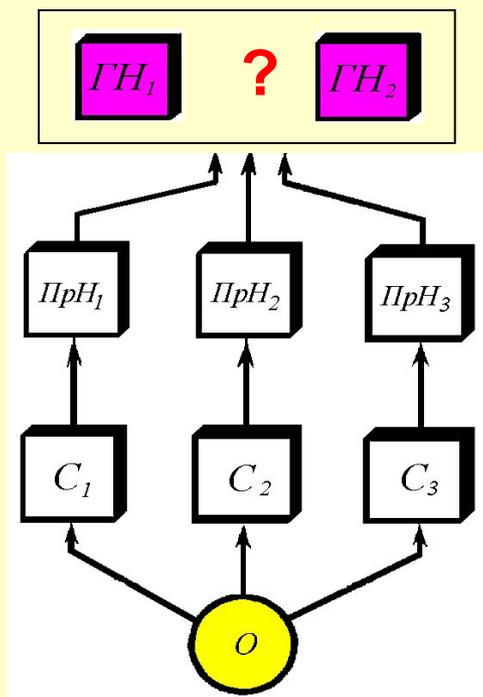
# Нейроны, селективные к актрисе *Halle Berry*, в правом переднем гиппокампе человека



Quiroga Q, Reddy L, Kreiman G, Koch C, Fried I (2005) Invariant visual representation by single neurons in the human brain. *Nature* 435, 1102-1107

Однако, концепция гностических нейронов не согласуется с феноменом конкурирующих изображений.

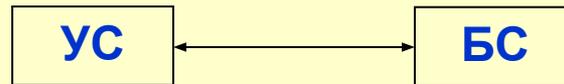
Оба изображения состоят из идентичных элементов. Одни и те же детекторы, и-рущие эти элементы, же код з-личных гностических нейрона, два ра-вующих двум изображениям. соответс



# Классические и инструментальные рефлексy

Между парадигмами выработки **классического** и **инструментального условных рефлексов** существует принципиальное различие.

В **классическом рефлексе** связь устанавливается между **УС** и **БС**, подкрепление предъявляется независимо от поведения животного.



При **инструментальном обучении** подкрепление (связано) с определенным **поведением** (**движением**).



# Классические и инструментальные рефлексy

## Stimulus and response (behavior) in classical and operant conditioning

### Classical Conditioning

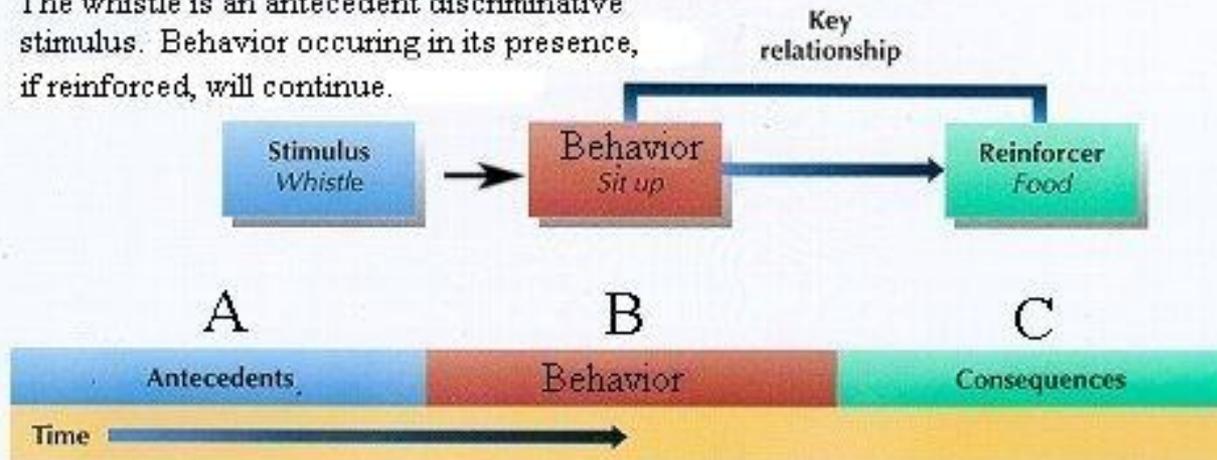
Result: Horn → Eye-blink



### Operant Conditioning

Result: Whistle → Sit up

The whistle is an antecedent discriminative stimulus. Behavior occurring in its presence, if reinforced, will continue.



# Классические и инструментальные рефлексy

## Comparison of Basic Processes in Classical and Operant Conditioning

Process and Definition	Description in Classical Conditioning	Description in Operant Conditioning
<b>Acquisition:</b> The initial stage of learning	A CS and a UCS are paired gradually resulting in a learned CR.	Responding gradually increases because of reinforcement.
<b>Extinction:</b> The gradual weakening and disappearance of a conditioned response tendency	A CS is presented alone until it no longer elicits a CR.	Responding gradually slows and stops after reinforcement is terminated.
<b>Stimulus generalization:</b> An organism's responding to stimuli other than the original stimulus used in conditioning	A CR is elicited by a new stimulus that resembles the original CS.	Responding increases in the presence of new stimulus that resembles the original discriminative stimulus.
<b>Stimulus discrimination:</b> An organism does not respond to a new stimulus if it is not like the original stimulus used in conditioning.	A CR is not elicited by a new stimulus that does not resemble the original.	Responding does not increase in the presence of a new stimulus because it does not resemble the original discriminative stimulus.