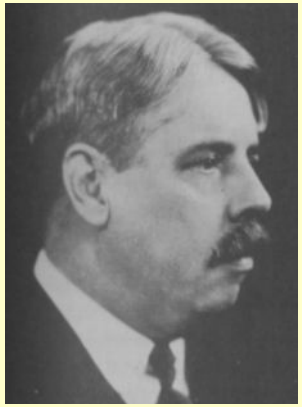
Инструментальные условные рефлексы

Оперантное научение

Инструментальное научение

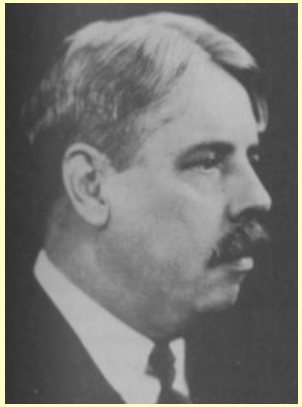


Э.Л. Торндайк
(1874-1949)

Инструментальное научение

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

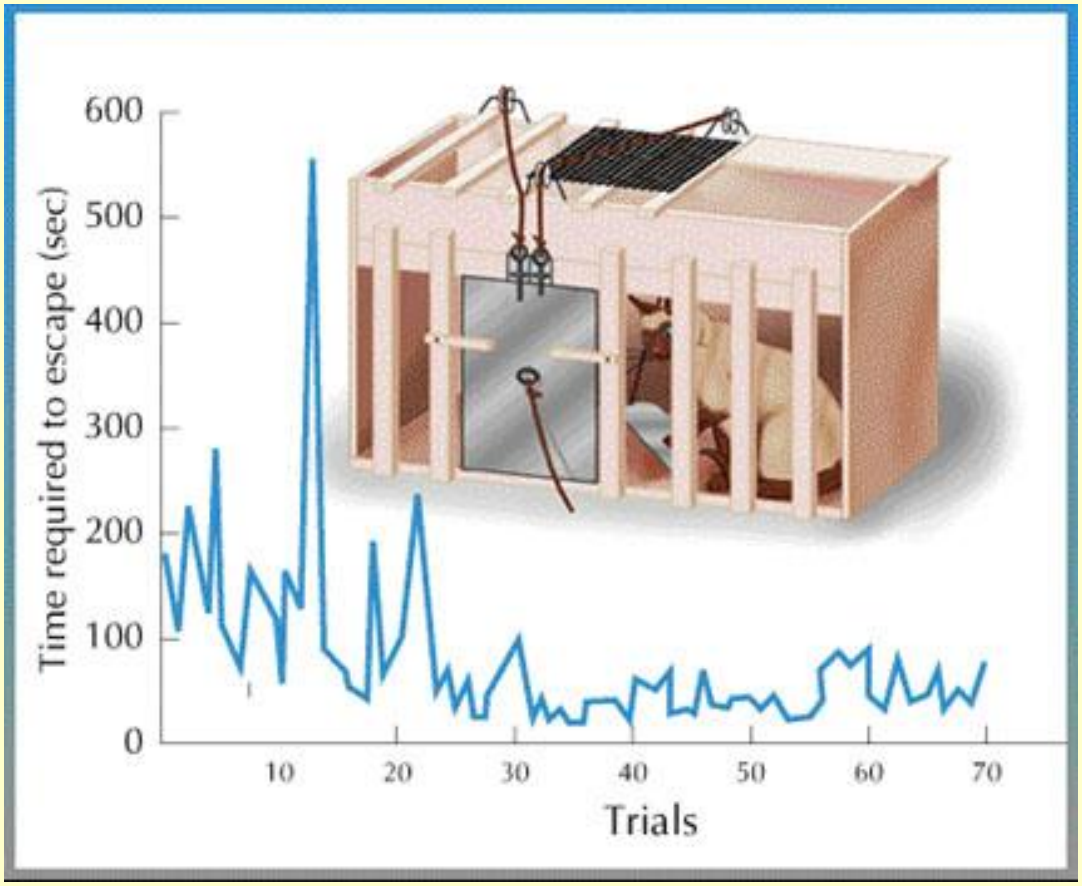
Инструментальное научение



Э.Л. Торндайк
(1874-1949)

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.

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



Инструментальное научение

Научение такого типа *Торндайк* назвал «методом проб и ошибок». Оно называется также инструментальным научением, поскольку правильная реакция, ведущая к вознаграждению, требует использования «инструментов».

Торндайк сформулировал три закона научения:

Закон пользы – животное научается выполнять какую-либо реакцию, если она приводит к состоянию удовлетворения (получение пищи и т.п.) или устраняет какое-либо вредное воздействие.

Закон эффекта – для реакции, за которой следует вознаграждение или состояние удовлетворения, вероятность повторения возрастает, а для реакции, вызывающей вредное или неприятное последствие, вероятность повторения снижается.

Закон упражнения – вероятность повторения инструментальной реакции повышается только в результате некоторого числа попыток (животное «упражняется»).

Инструментальное научение
Бихевиоризм (от англ. *behaviour*)

Торндайк считал, что подкрепление повышает вероятность реакции, которой оно сочетается, потому что усиливает установленную связь между этой реакцией и стимульной ситуацией, в которой она проявляется. Этот взгляд на проблему научения известен как «теория научения по принципу стимул-реакция».

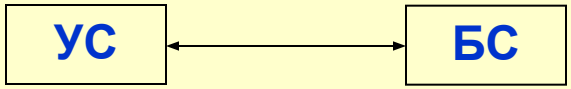
Торндайк интерпретировал «интеллект» животных, как складывающееся вследствие отбора движений, случайно оказавшихся удачными, и рассматривал его как инструмент приспособления к среде.

Подобный подход к проблеме научения получил название **бихевиоризма**. Этот подход основан на следующем: в качестве пускового, детерминирующего начала поведения рассматривается не локальный внешний стимул, а среда в целом, проблемная ситуация, на которую организм должен ответить отнюдь не некоторая целостным поведенческим актом.

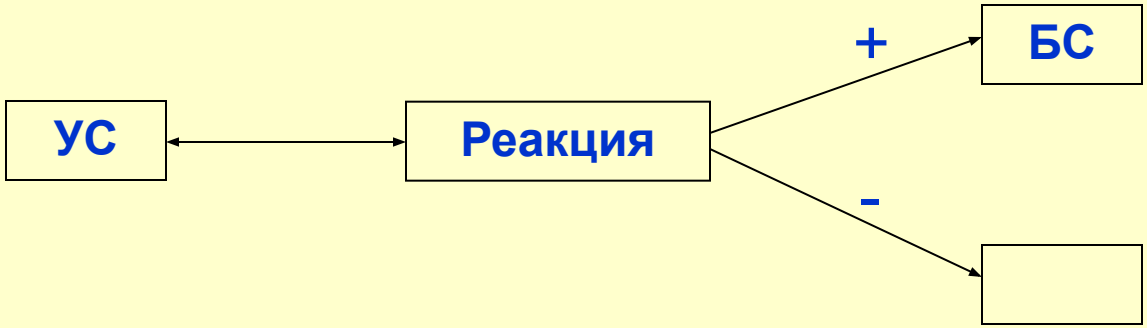
Инструментальное научение

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

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



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

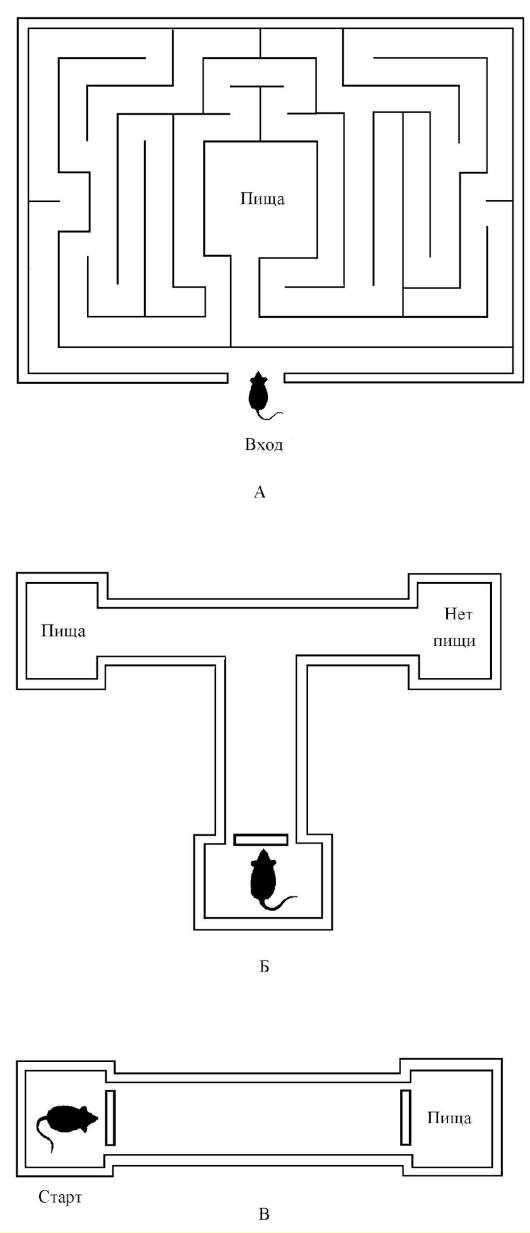


Инструментальное научение

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

Предметом бихевиоризма является объективное изучение поведения.

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



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

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

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

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

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

Поведенческий акт запускается стимулом C_1, в результате совершается реакция P_1, производящая следующий стимул (C_2) и т.д. Поведенческий акт завершается подкреплением C_{n+1}.

$$C_1 \rightarrow P_1\,(C_2) \rightarrow P_2\,(C_3) \rightarrow P_n\,(C_{n+1})$$

Инструментальное научение

Критика бихевиоризма

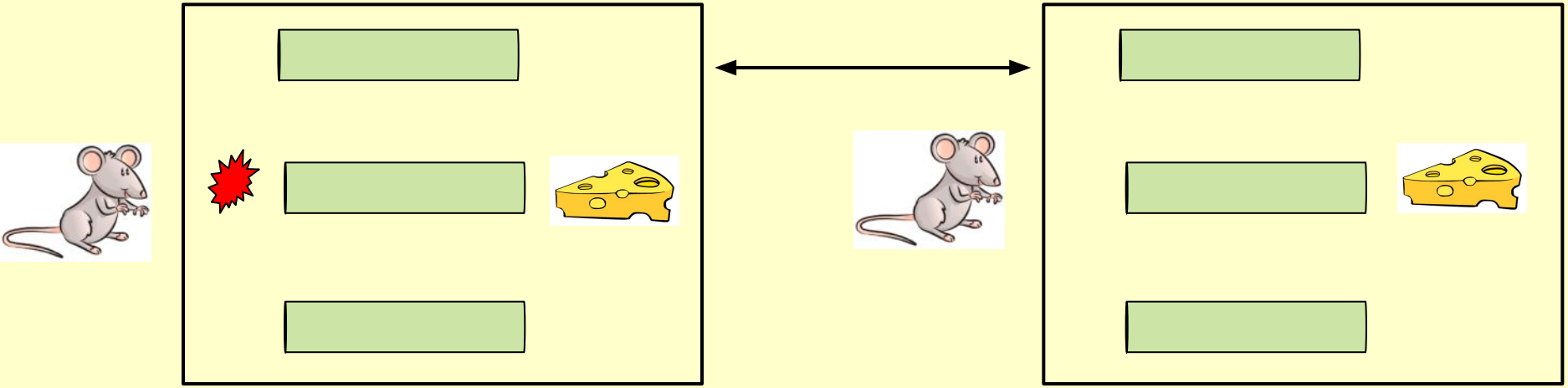
В рамках **бихевиоризма** стали складываться представления, которые предопределили последующие изменения его основной теоретической концепции.

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

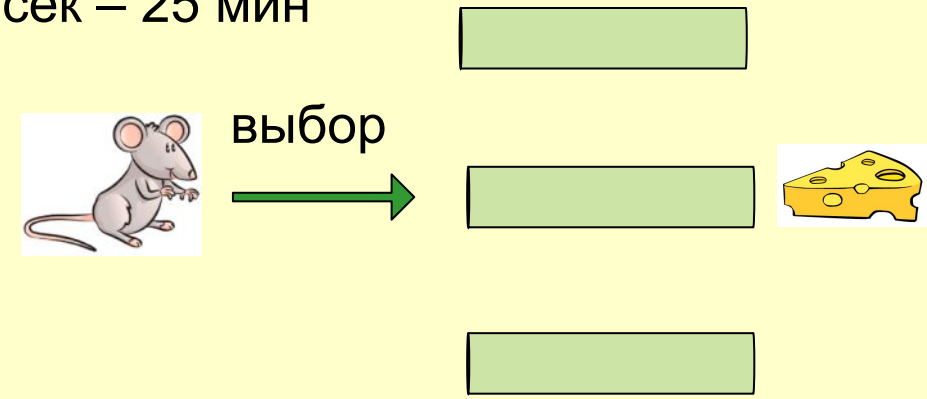
Разработал схему экспериментов по изучению отсроченных реакций. В результате этих экспериментов было показано, что животные способны не только к непосредственным реакциям на стимул, но и к отсроченной реакции, когда в качестве стимула выступает памятный след предшествующих событий и ситуаций.

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



Критика бихевиоризма

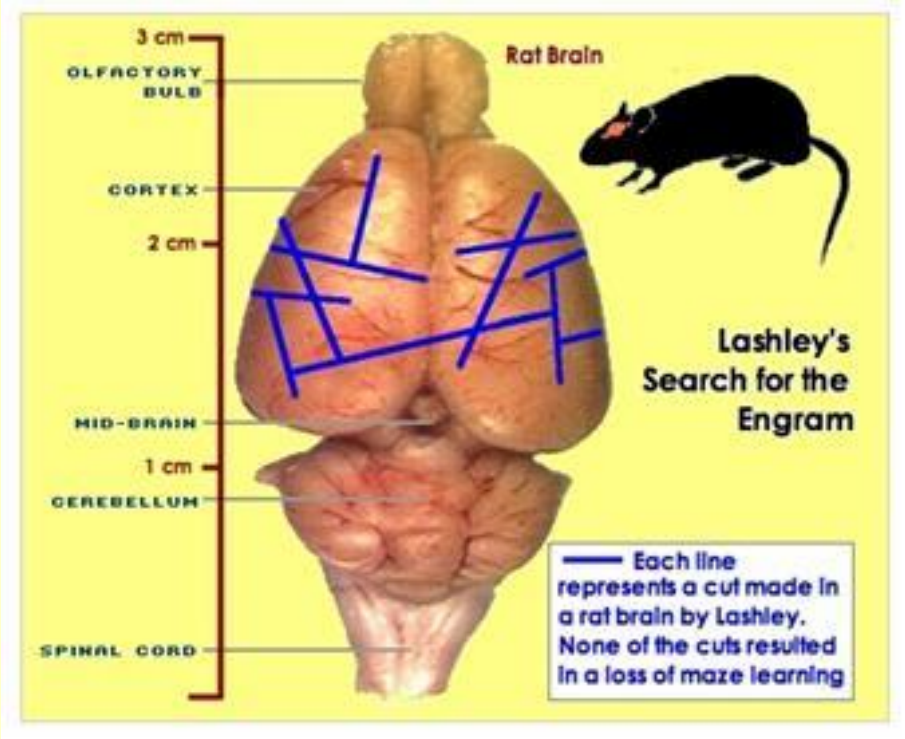
К. Лешли **(Karl Spencer Lashley, 1890-1958)**

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 эквипотенциальны (т.е. равноценны) и, следовательно, взаимозаменяемы.

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

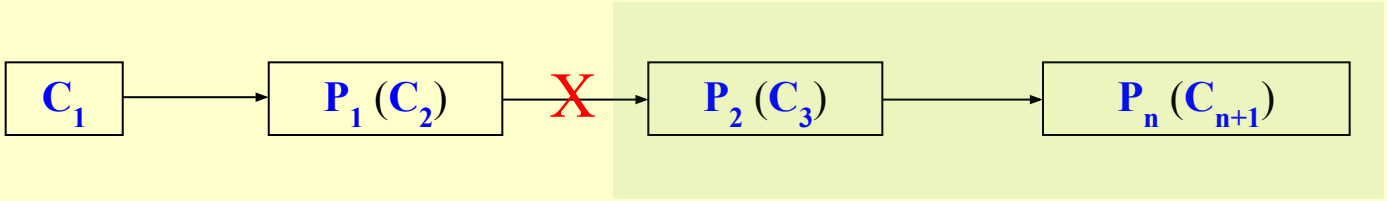
Необихевиоризм К. Лешли

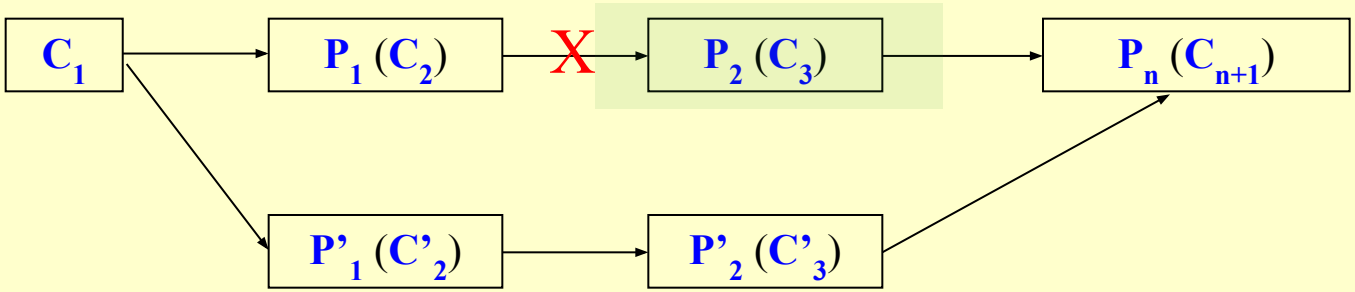


Lashley performed experiments from 1921 to 1955 that proved that the destruction of certain engrams or memory data depends more on the extent of the damage than on its location.

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.

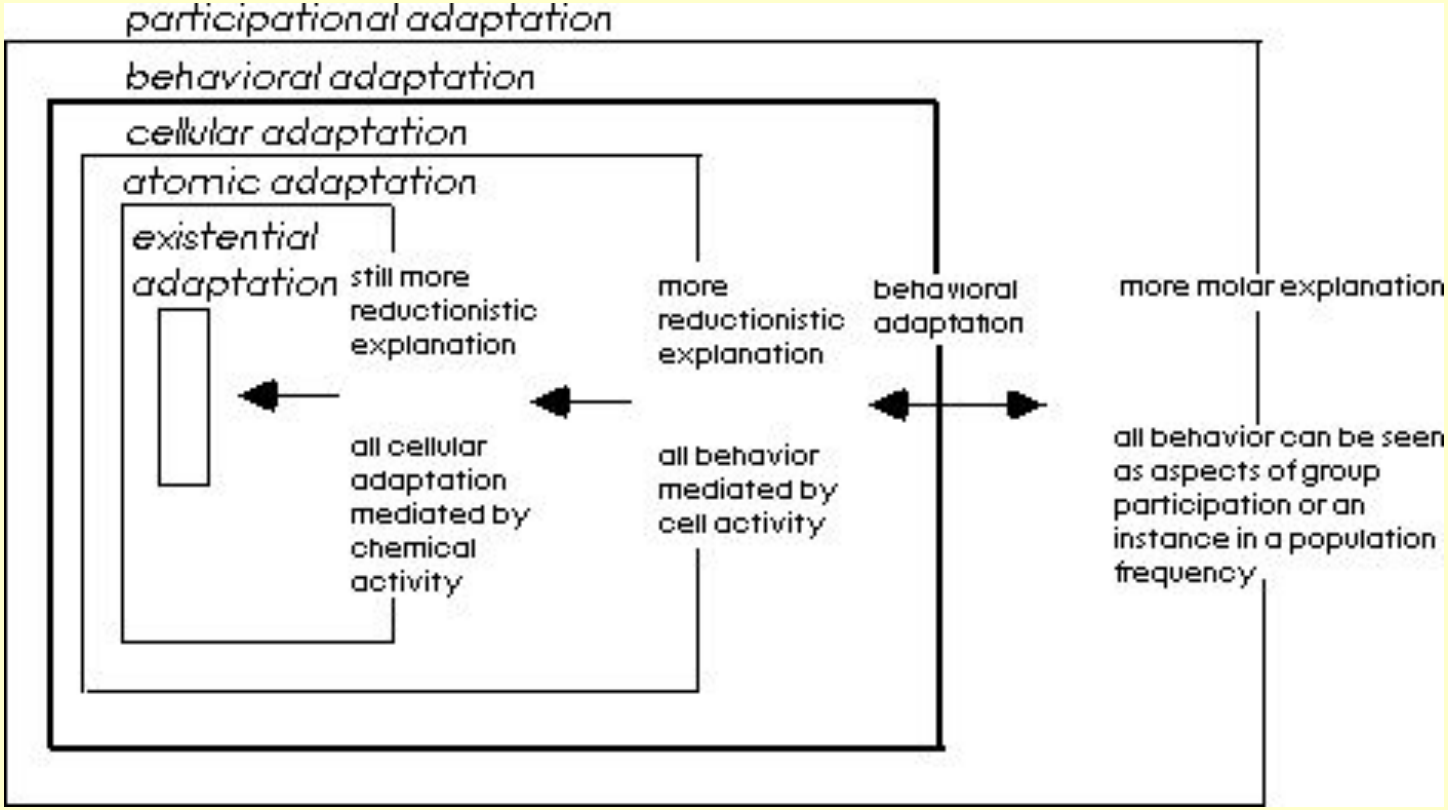
Например, реакцию конкретного рецептора, нервной клетки, мышцы или железы в ответ на определенный стимул считают «молекулярной» реакцией, тогда как поведенческий ответ животного в «проблемном ящике» считают «молярной» реакцией.

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*, поведение, как «молярный» феномен, представляет собой целостный акт, характеризующийся особыми свойствами: целенаправленностью, «понятливостью», пластичностью и селективностью. *Толмен* нарушил жесткую схему бихевиоризма «***стимул-реакция***», поместив между ними важную переменную – мотив поведения (потребность, влечение, намерение, цель, значение и т.д.).



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, лежащими в основе произвольных реакций. *Скиннер* разделил поведение на рефлексивное (реактивное) и оперантное (активное).

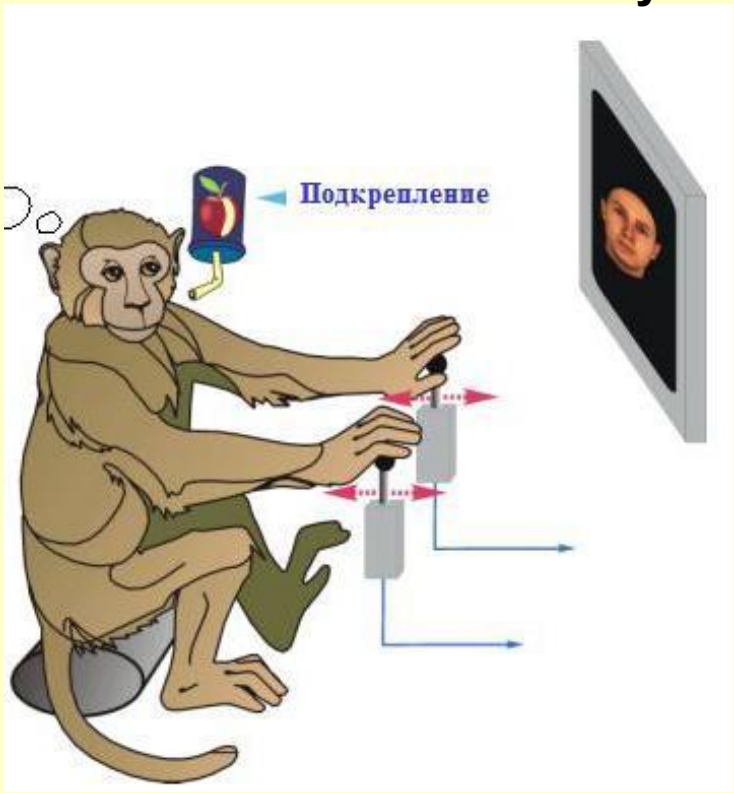
Он выделял:

– 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

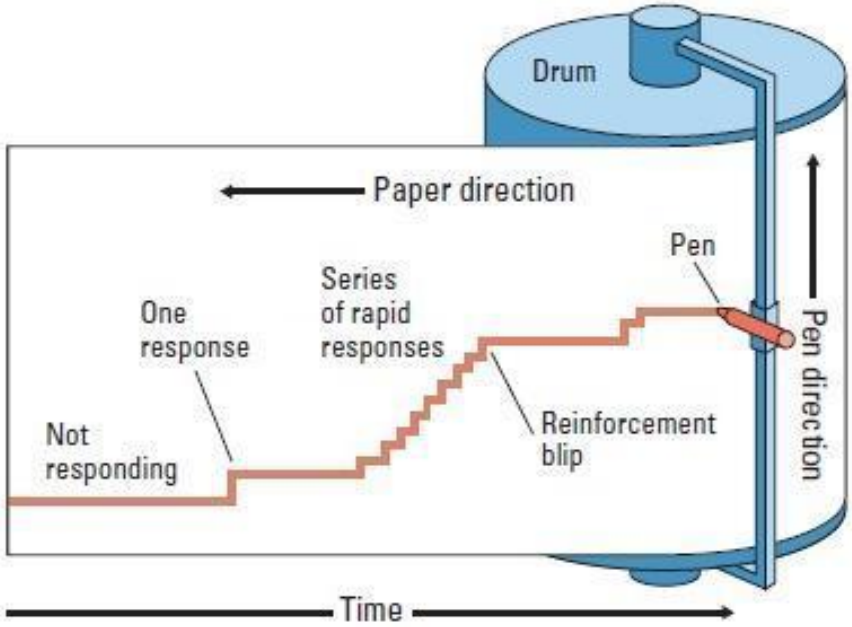


самоинициация реакции

Оперантный подход *Б.Ф. Скиннера*

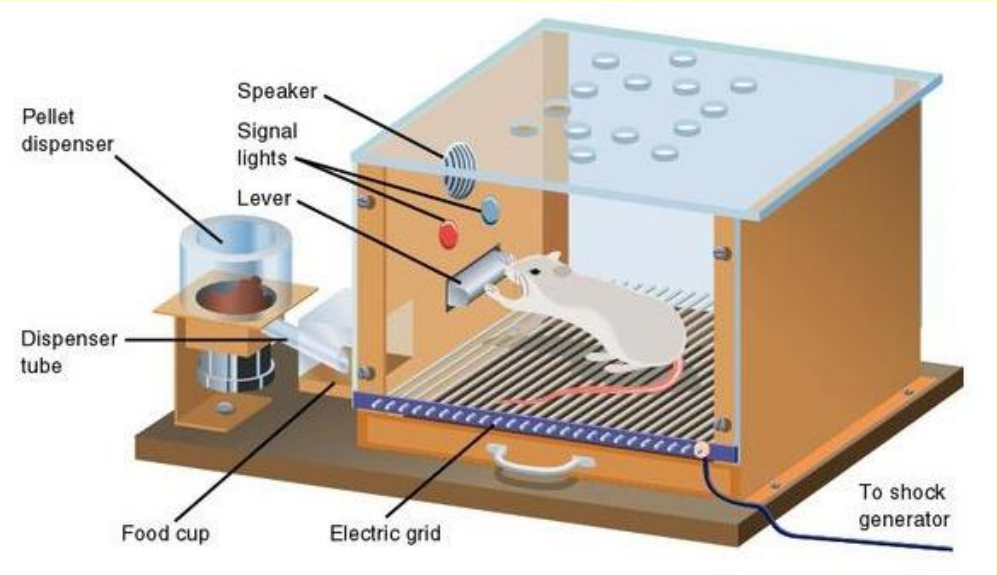
При анализе поведения животных каждое движение *Скиннер* т-ривал как единицу оперантной реакции. рассма а-тельной реакции он назвал операндом. Этот элемент ответной двиг и человека состоит из множества операндов. Целостное поведение животного

$$C_1 \rightarrow P_1\,(C_2) \rightarrow P_2\,(C_3) \rightarrow P_n\,(C_{n+1})$$

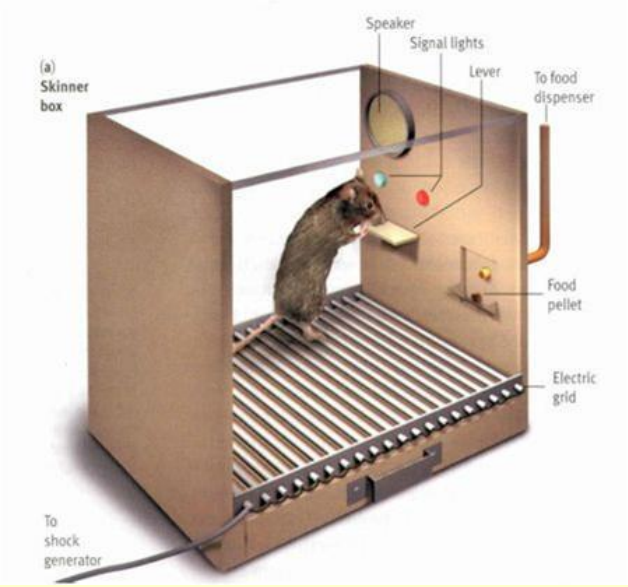


Оперантный подход *Б.Ф. Скиннера*

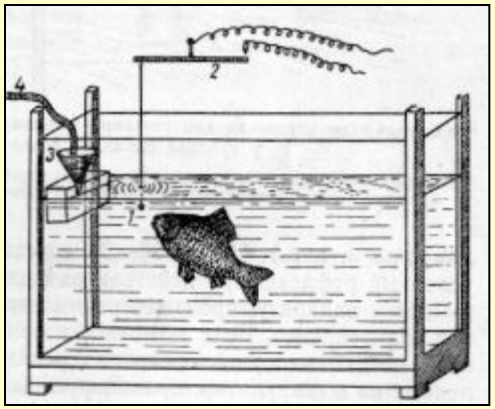
«Проблемный ящик» *Скиннера*



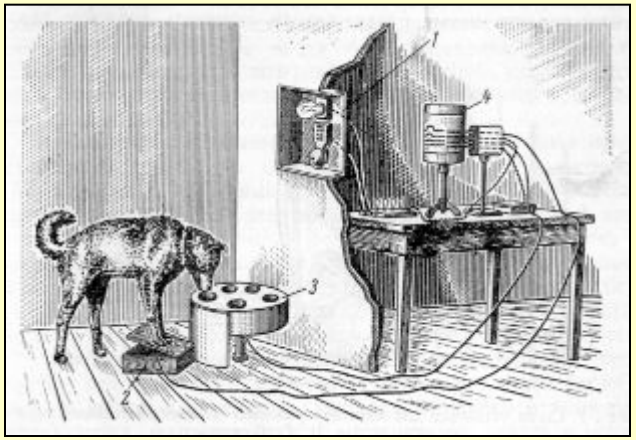
Оперантное обучение крысы и голубя



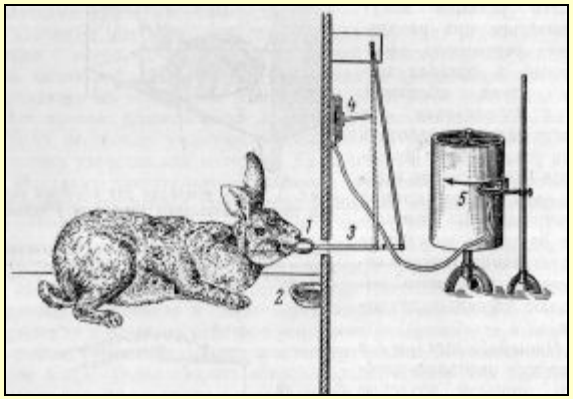
Установки для выработки двигательных (инструментальных) условных рефлексов у различных животных



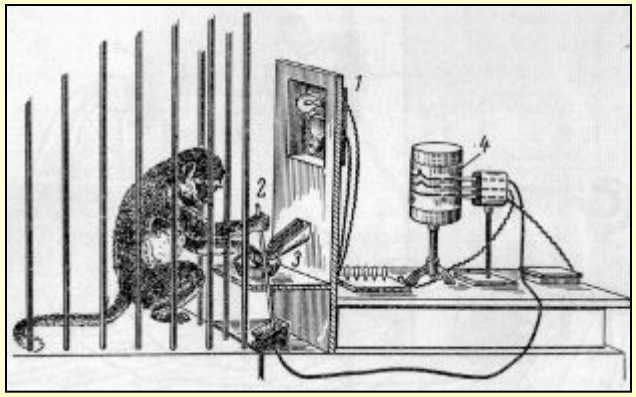
Карп хватает бусинку



Собака нажимает на педаль

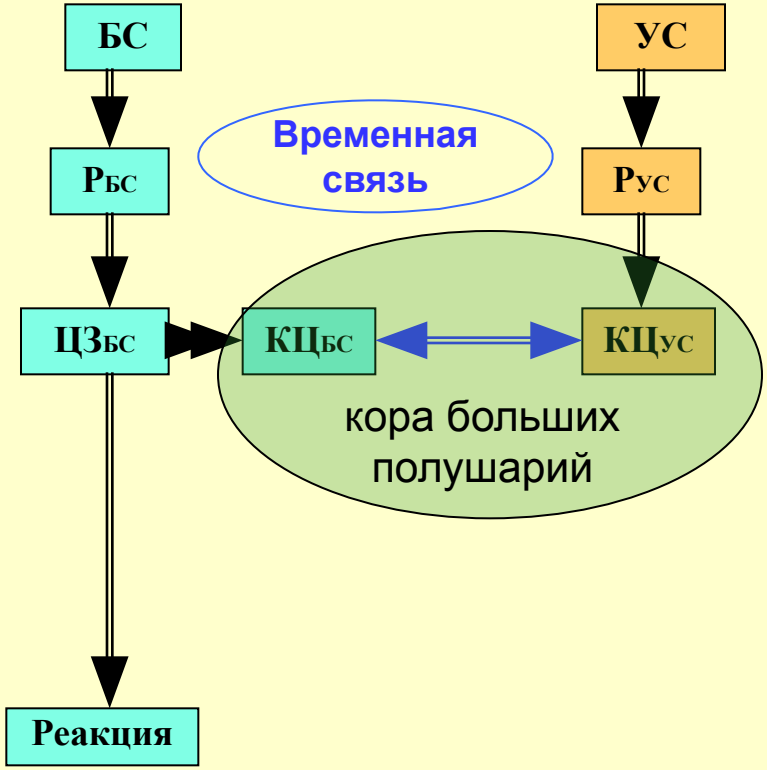


Кролик дергает за кольцо



Обезьяна дергает за рычаг

Схема классического (*Павловского*) условного рефлекса



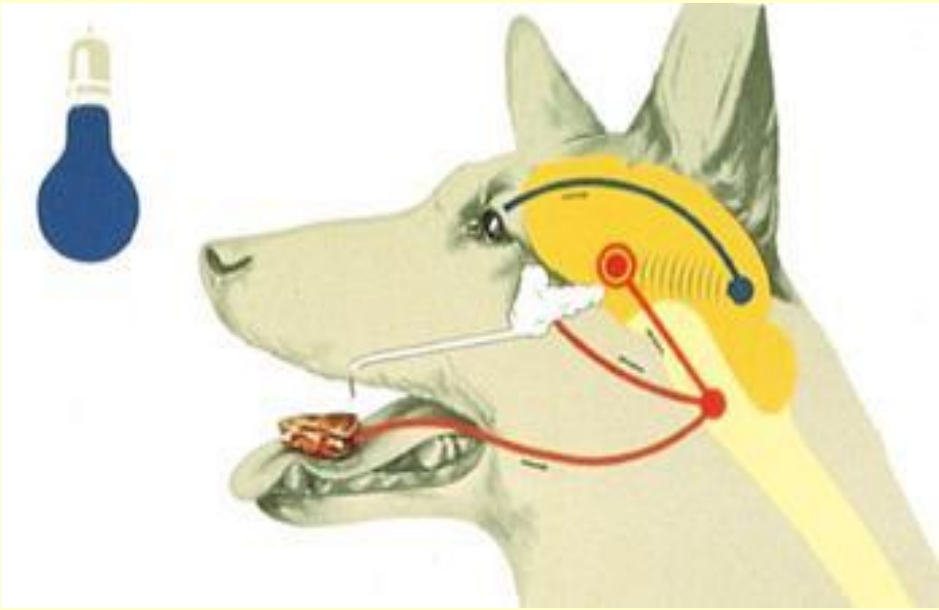
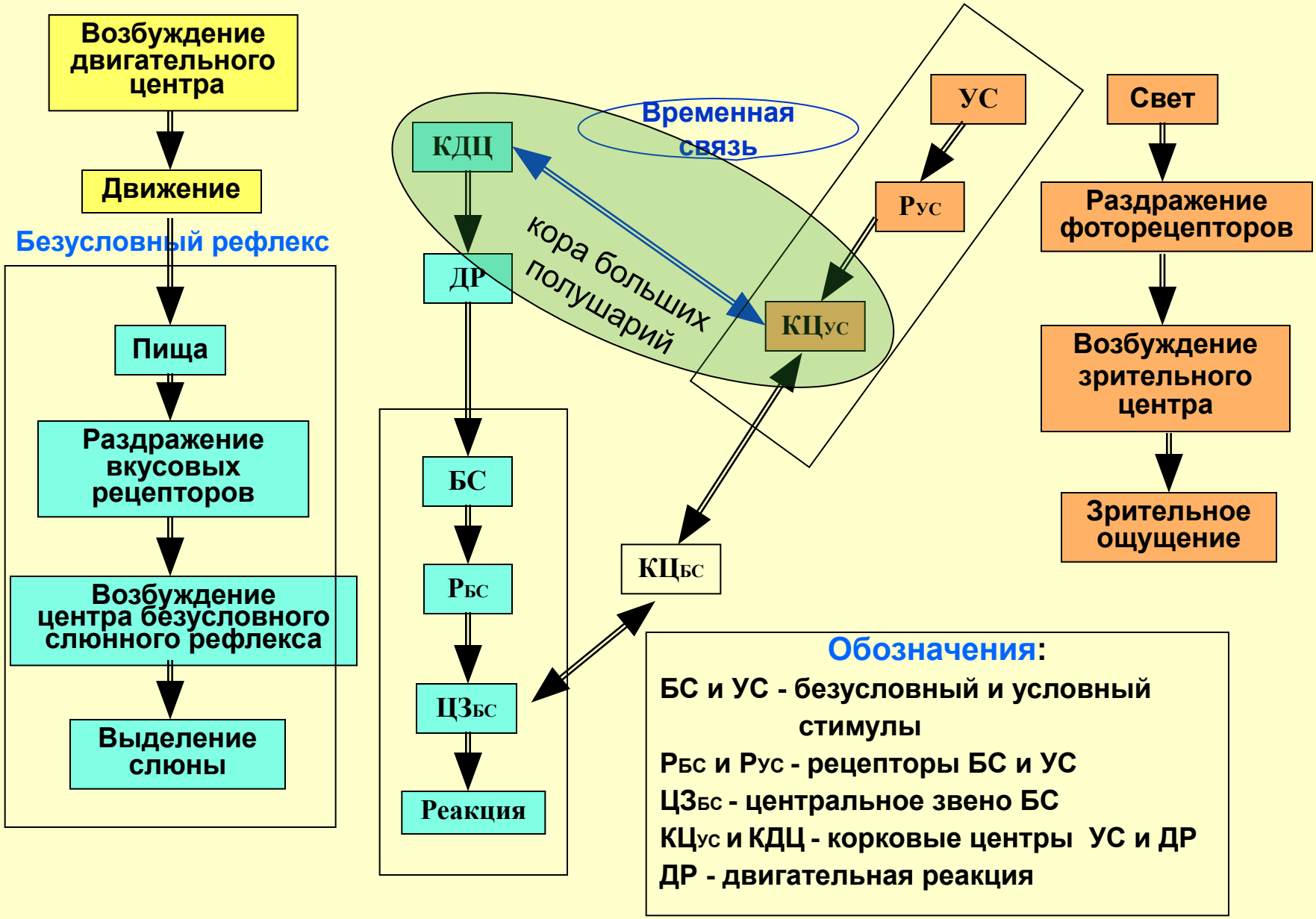


Схема инструментального условного рефлекса



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 восприятие 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)

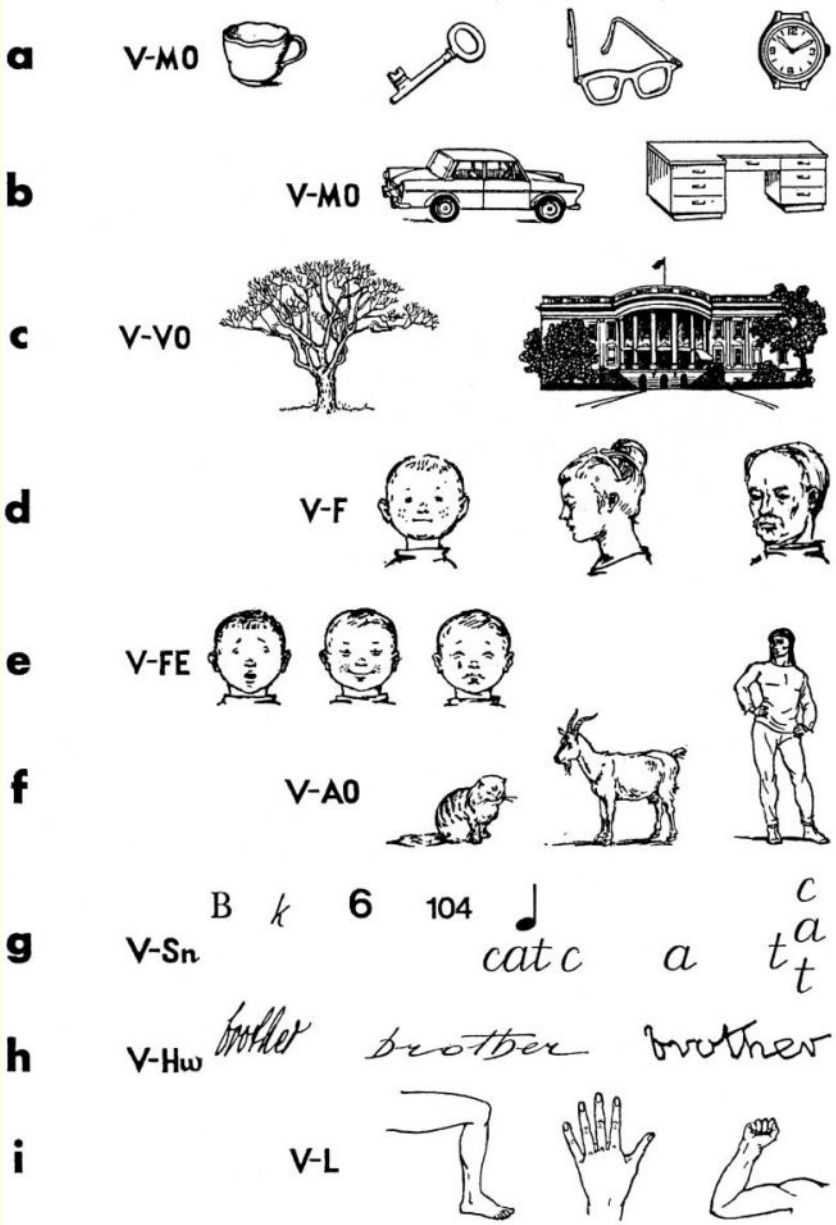
эмоции (37)

анимированные объекты (37)

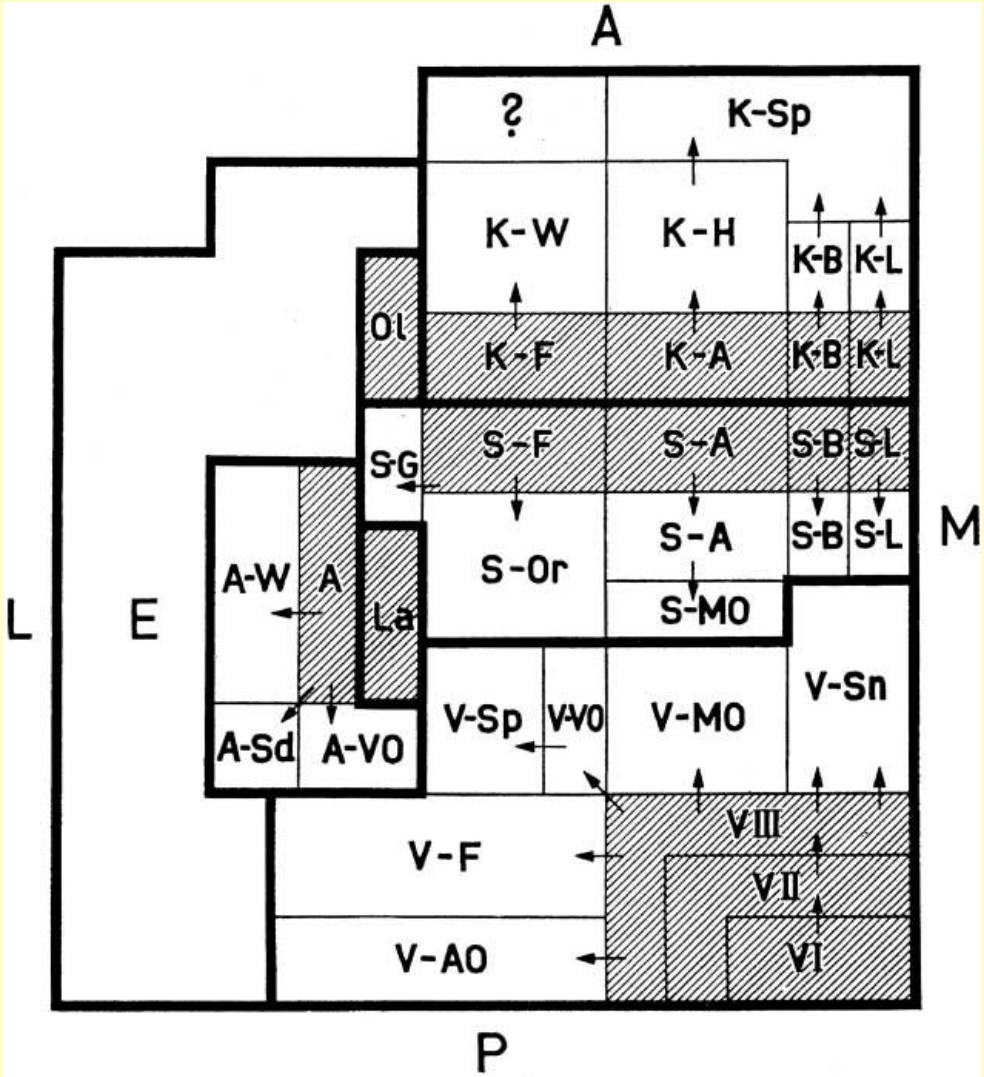
знаки (7b)

социальная идентификация

конечности



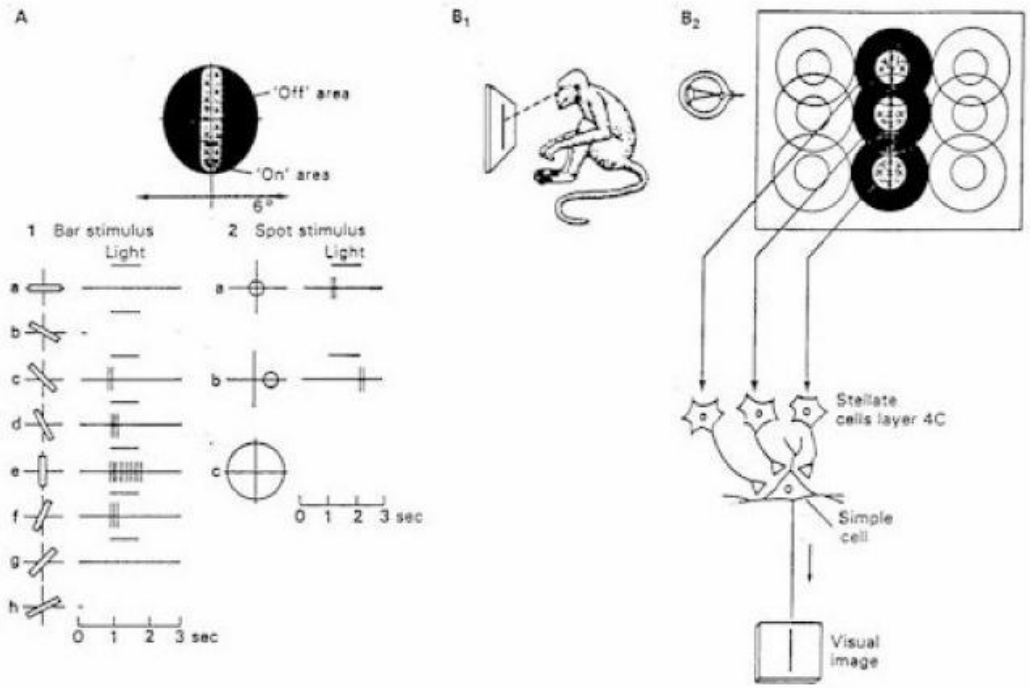
“Conceptual map of the human cerebral cortex”

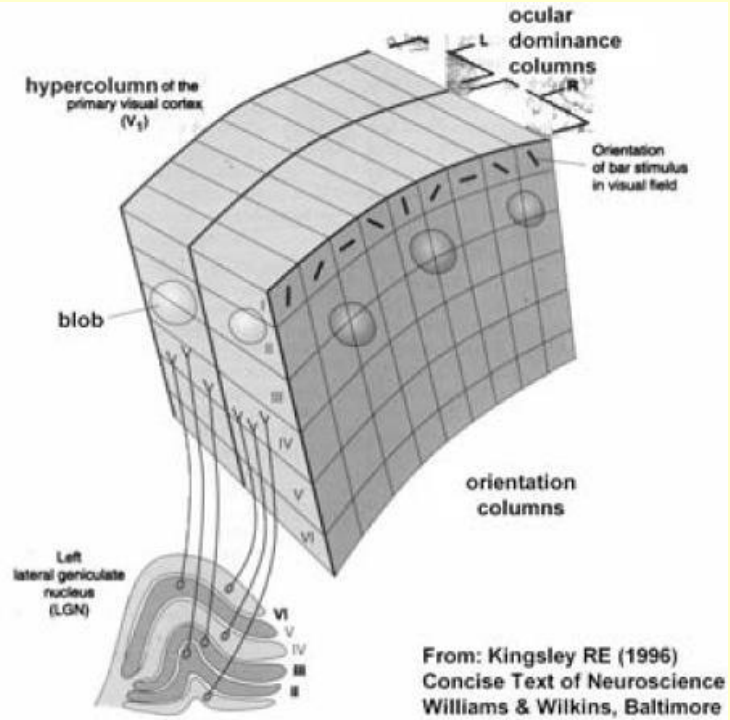


A, anterior; P, posterior; L, lateral; M, medial. Projective fields are hatched; gnostic fields are plain. The modality boundaries are thick lines. The arrows denote connections. The numbers are tentative correspondences with Brodman’s areas.

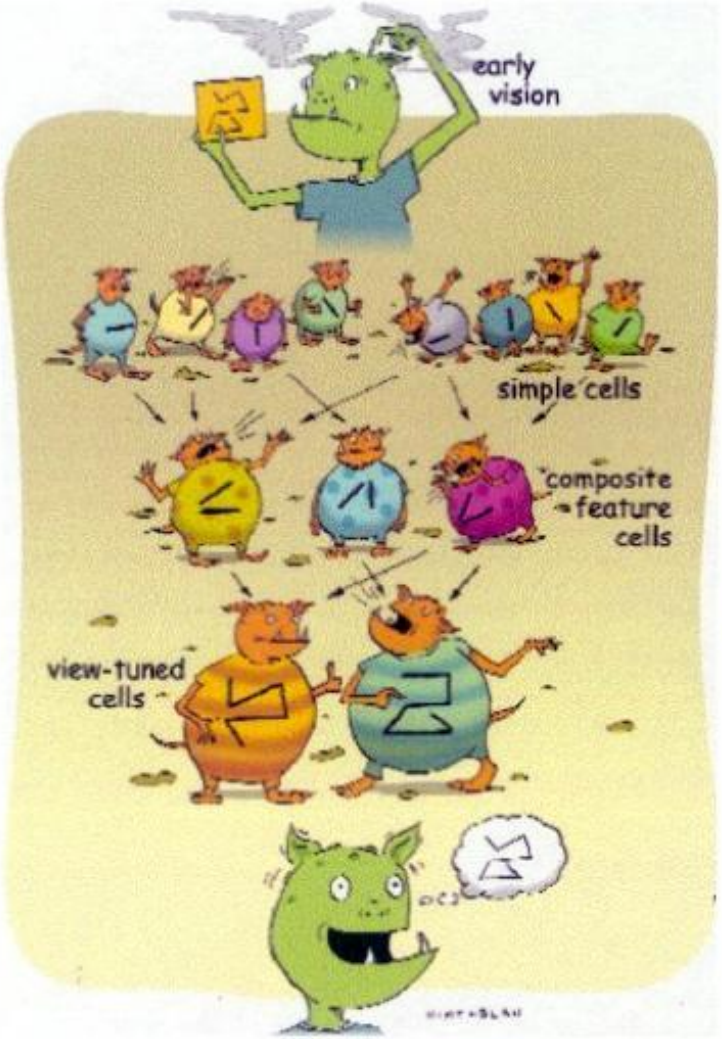
The letters are gnostic fields shown: V, visual analyzer; V-I (17); V-II (18); V-III (19); V-Sn, sign visual field (7b); V-MO, field for small manipulable objects (7b); V-VO, field for large objects (39); V-Sp, field for spatial relations (39, right hemisphere); V-F, field for faces (37); V-AO, field 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 признаков в зрительной системе

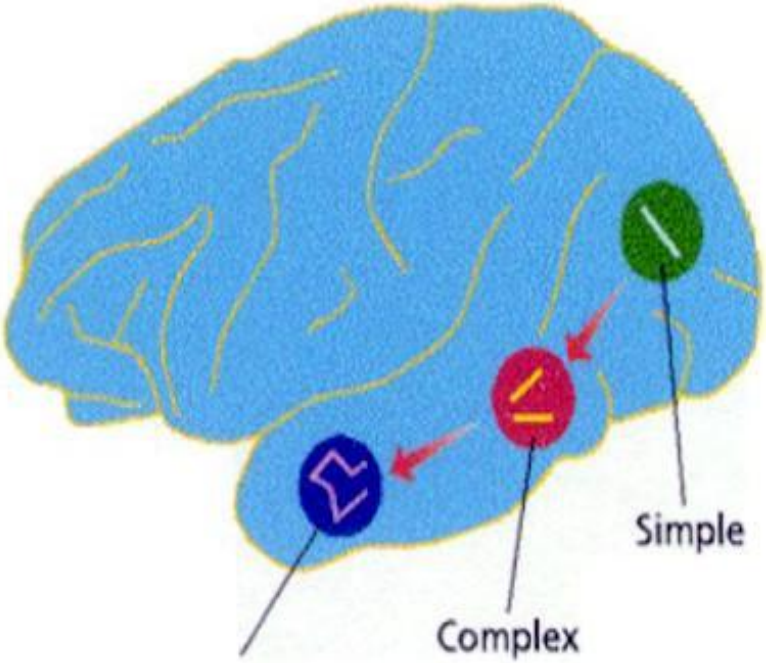




Нейроны–детекторы простых и сложных признаков в зрительной системе



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

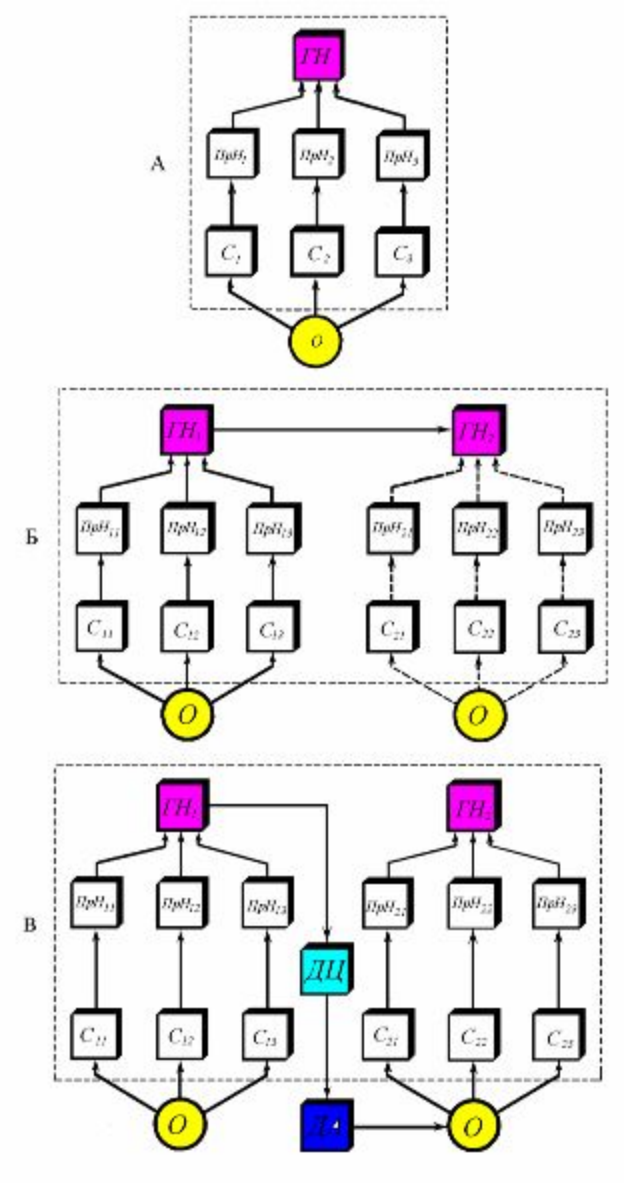


Концепция гностических нейронов *Ю. Конорского*

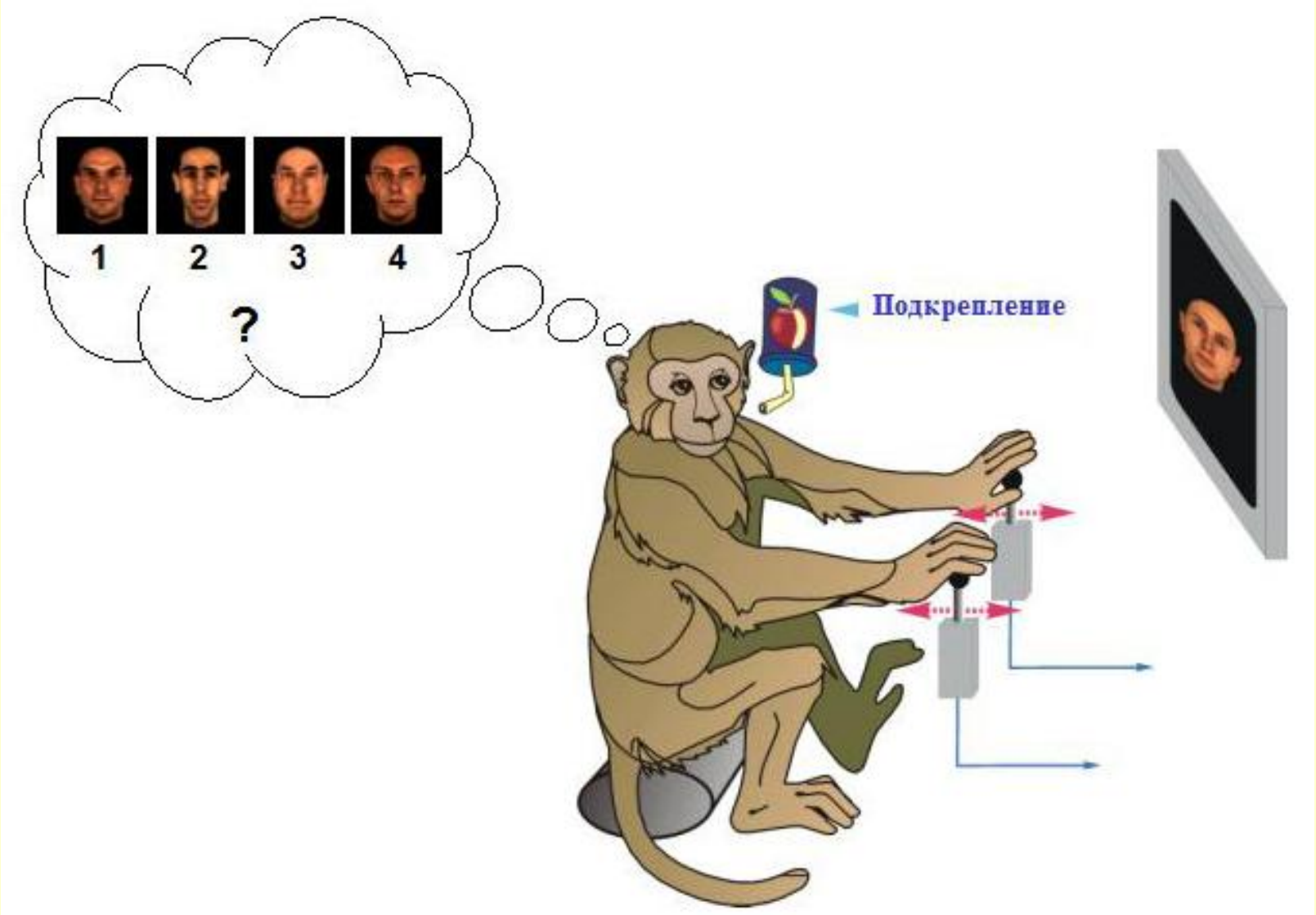
Различные события или отдельные свойства (стимулы и/или их) вызывают активацию определенного **гностического** нейрона. (от греч ***гно-зис***,

При одновременной активации двух гностических нейронов, реагирующих на два разных события (или стимула), между ними возникает ассоциативная связь, лежащая в основе образования временной связи (классический условный рефлекс).

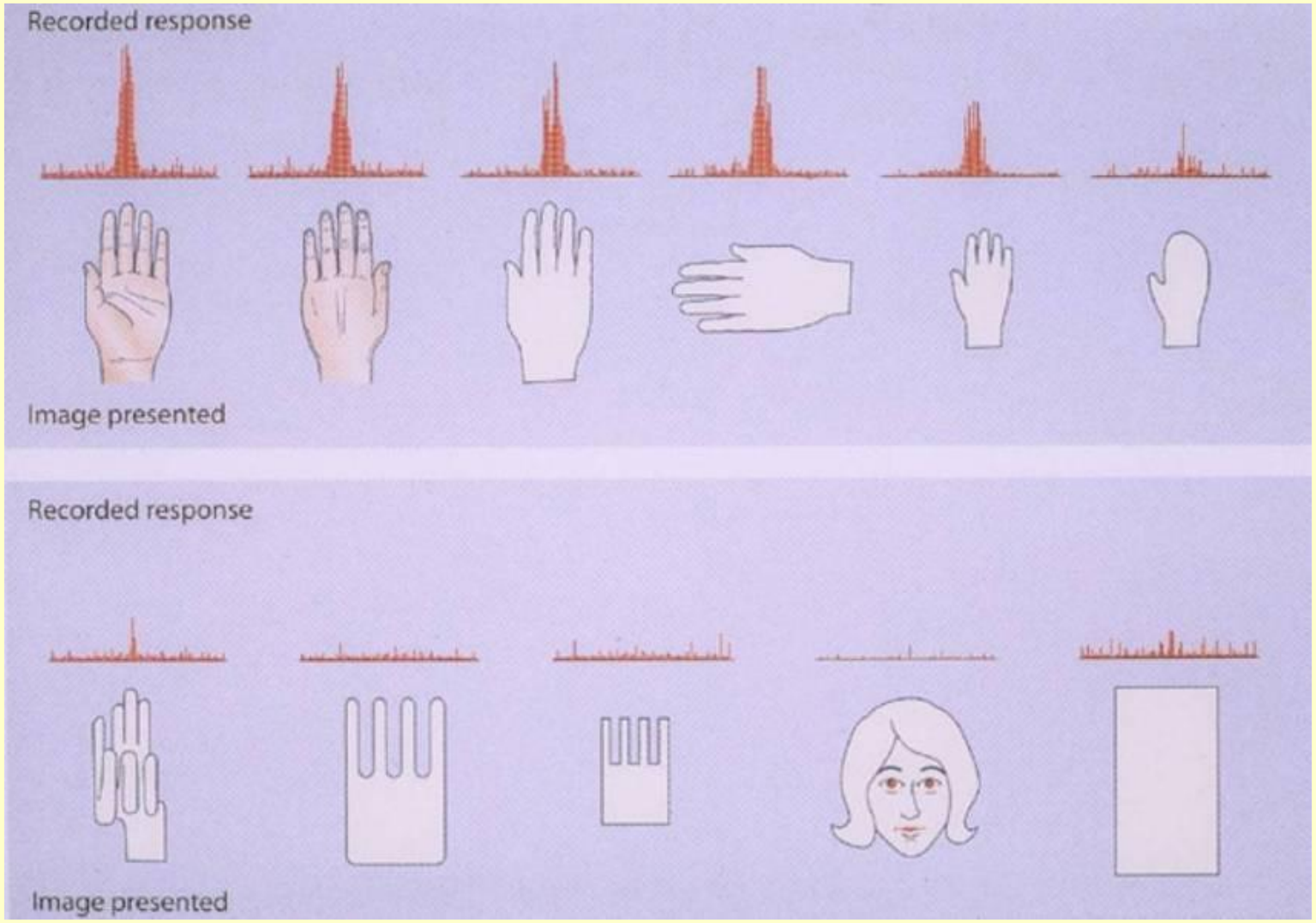
При инструментальном рефлексе ассоциативная связь возникает между гностическим нейроном условного стимула и двигательным центром, который обеспечивает двигательную реакцию, приводящую к получению подкрепления.



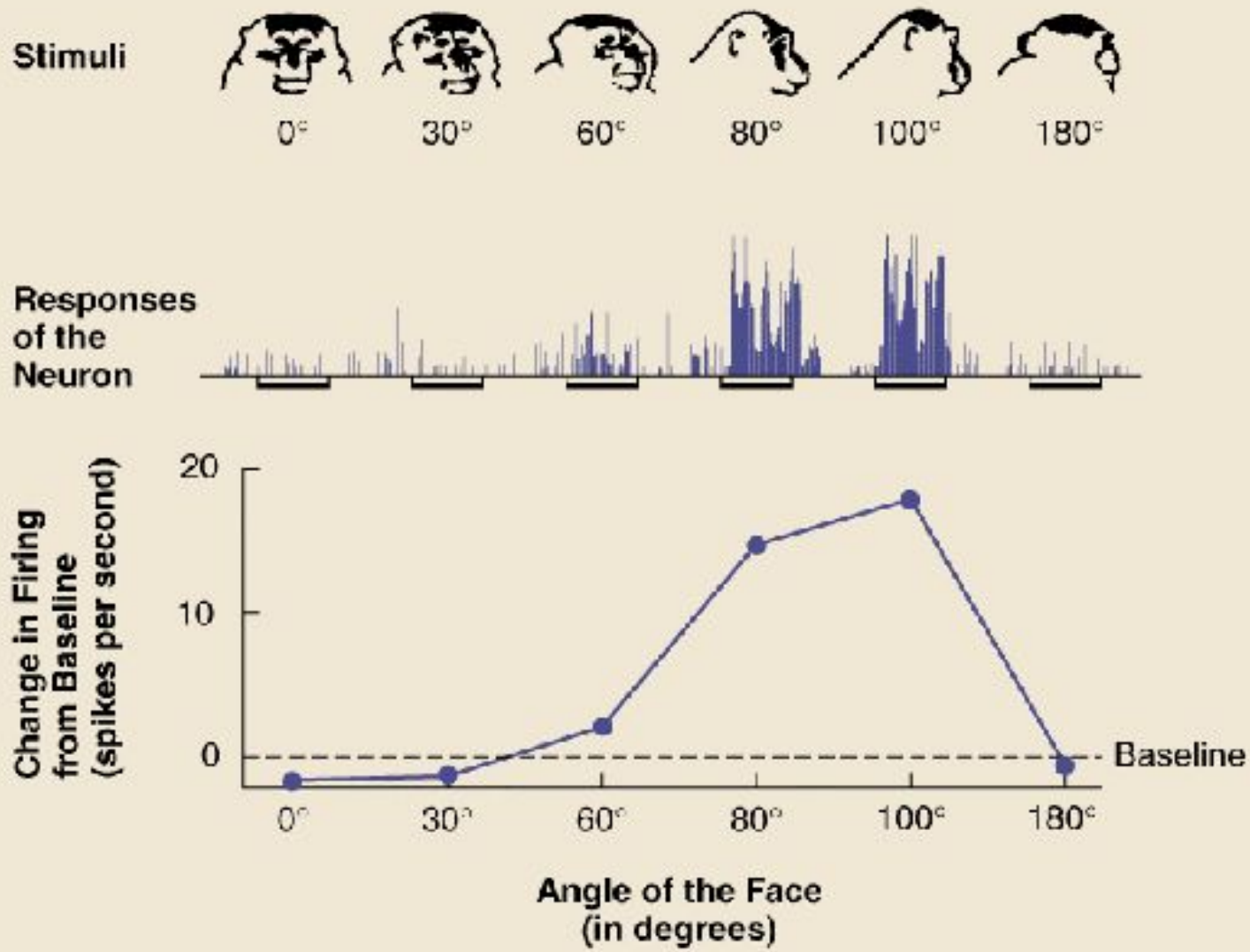
Нейроны «лиц» у обезьян



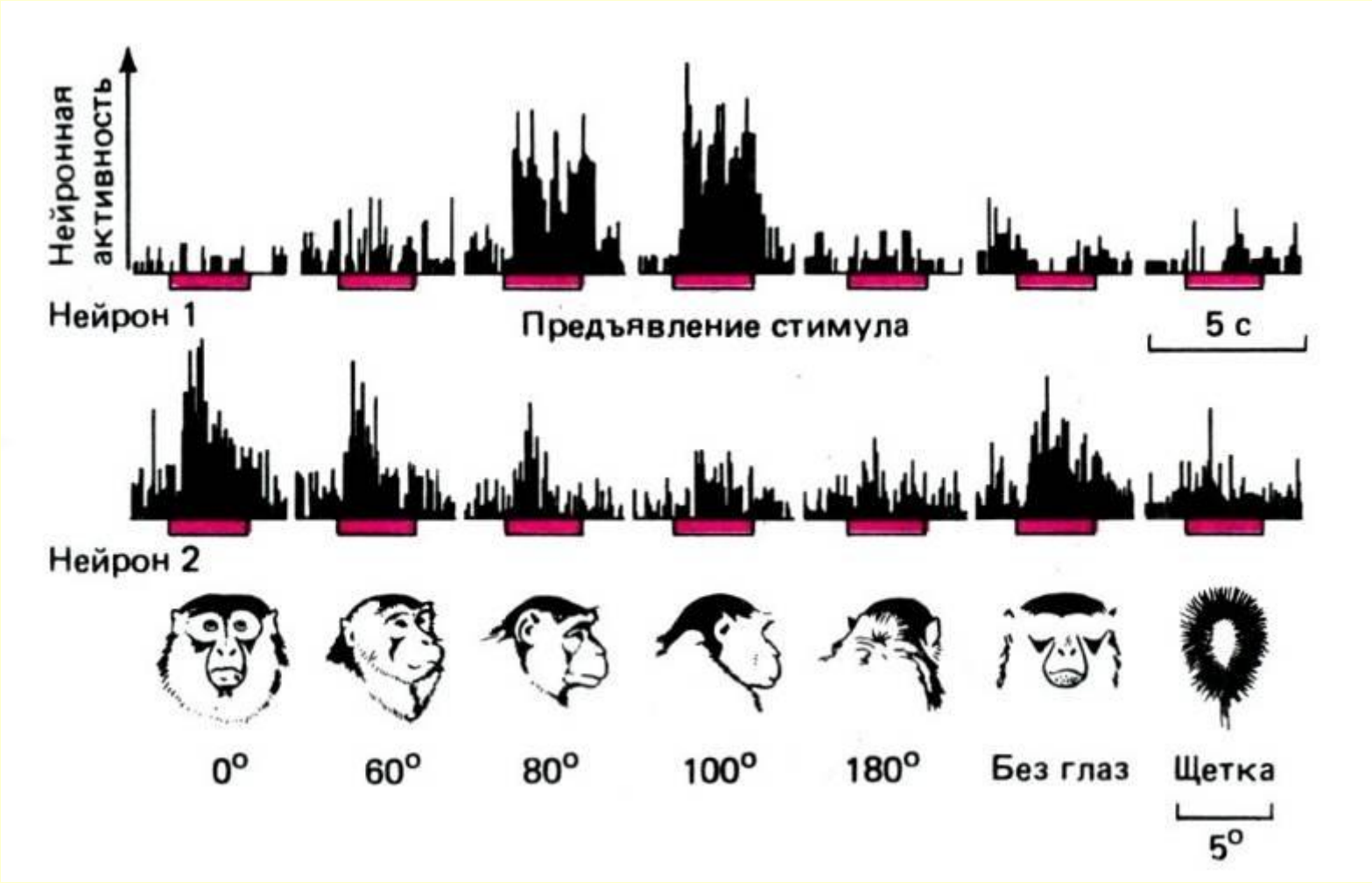
Нейроны, селективные к определенным объектам, в нижневисочной коре обезьян



▸ Firing Rate of a Monkey Inferotemporal Cortex Neuron

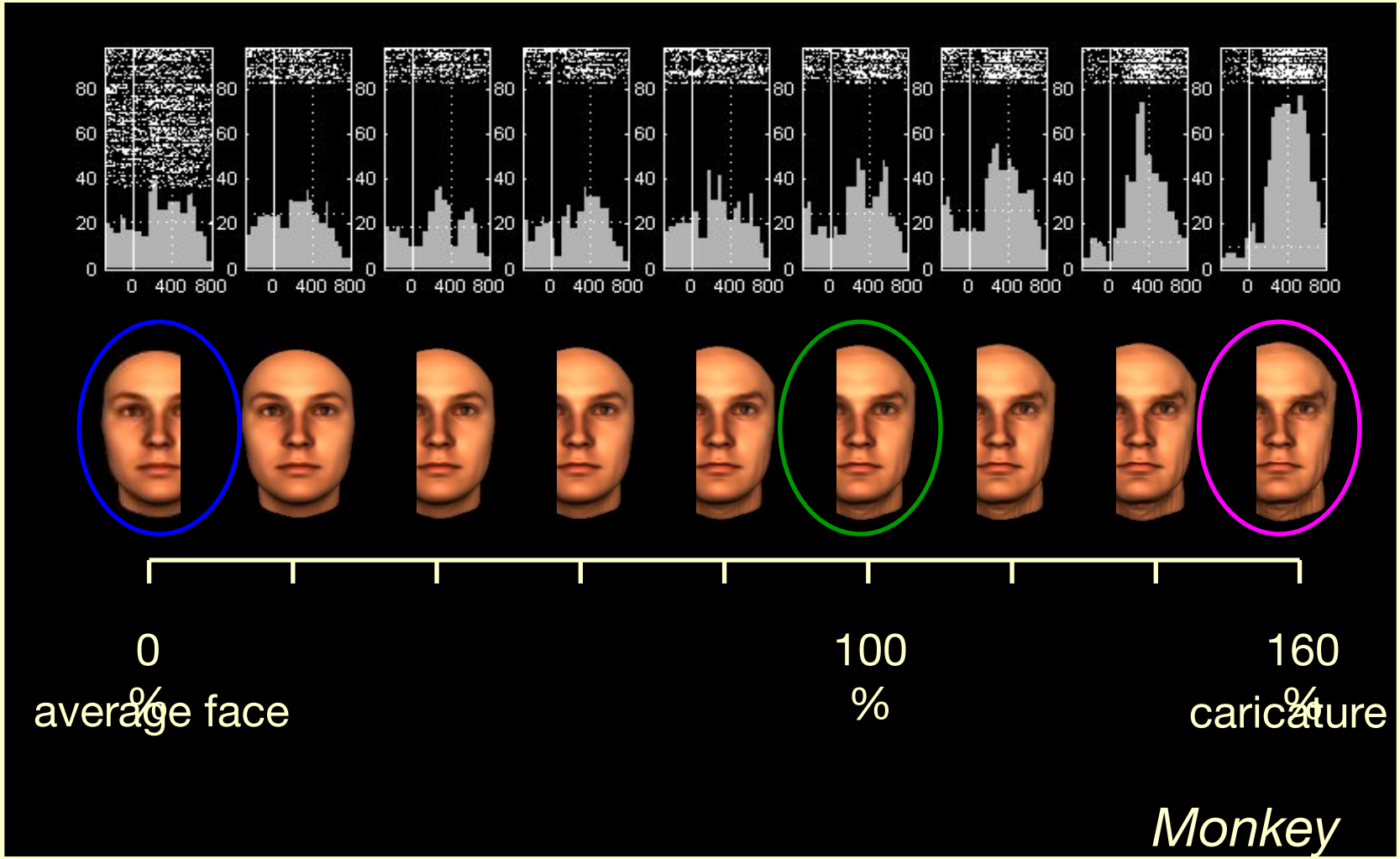


Source: Adapted from Gross et al., *Pattern Recognition Mechanisms*, p. 179-201. Berlin: Springer-Verlag 1985.

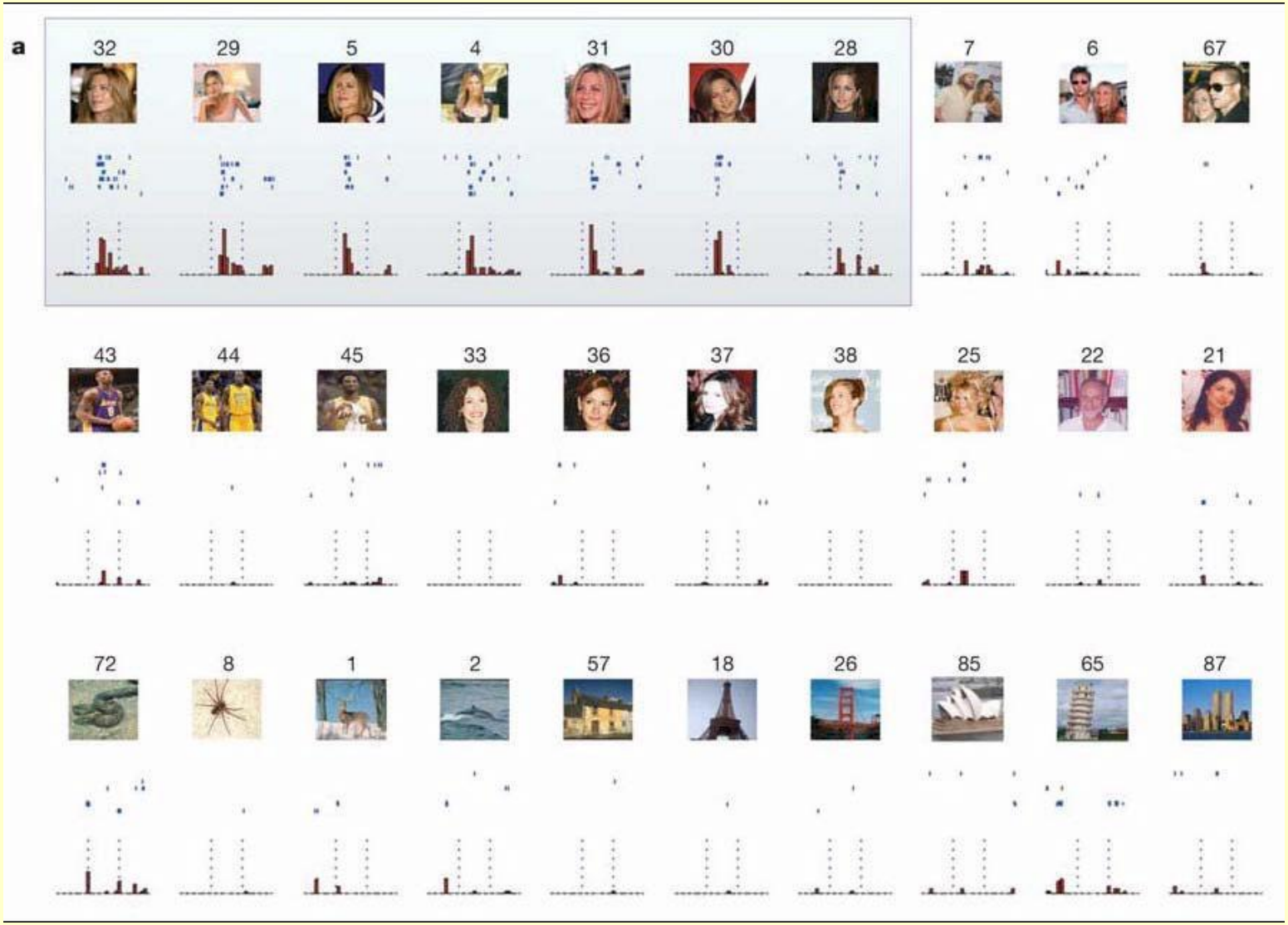


Средняя частота импульсации двух нейронов «лицеспецифичной» корковой области в глубине верхней височной борозды. Бодрствующим животным предъявлялись стимулы, показанные в нижнем ряду (2,5 с каждый - красные горизонтальные полоски). Нейрон 1 дает максимальный ответ на стимул угловым размером 5°, соответствующий 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

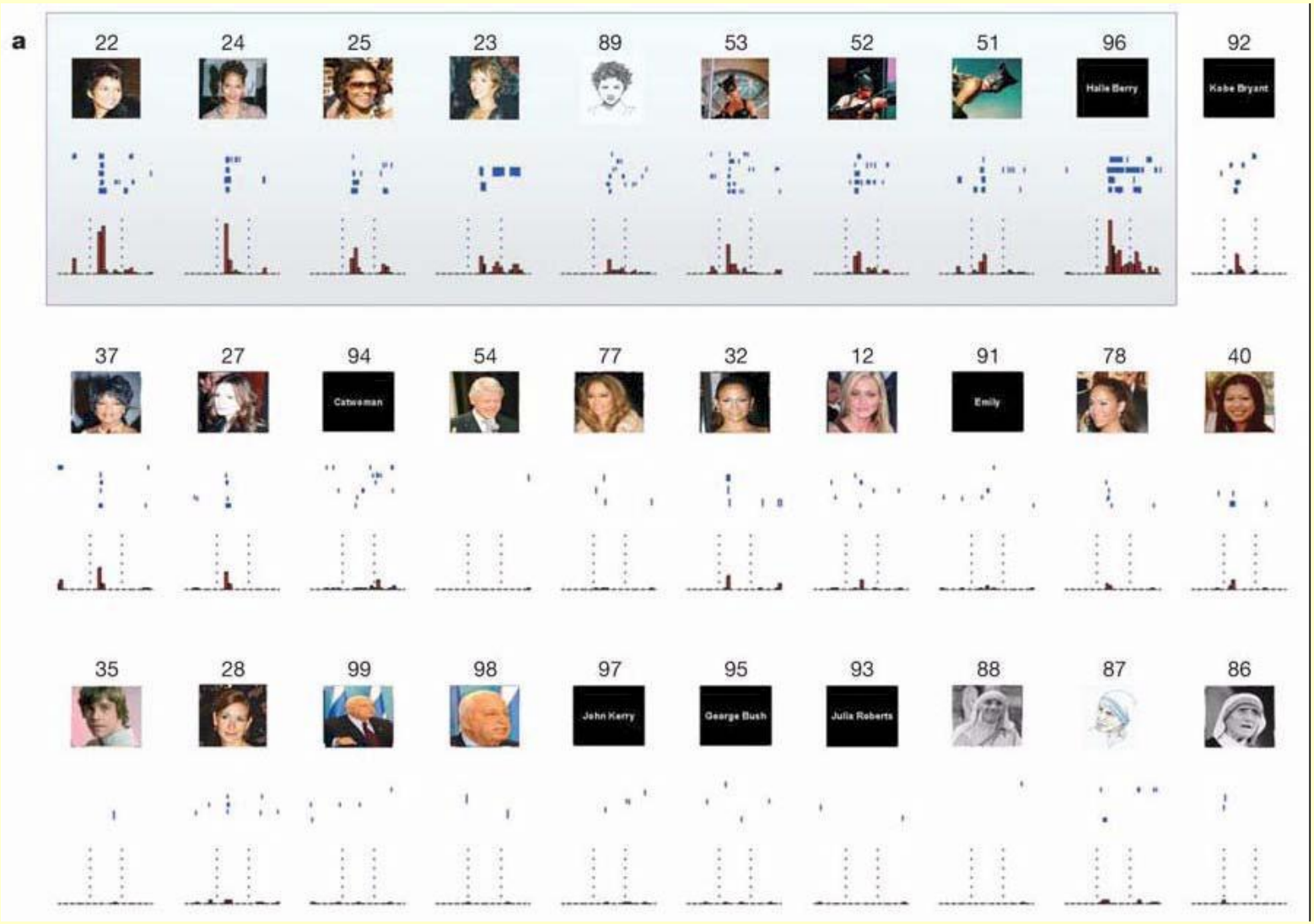


Нейроны, селективные к актрисе *Jennifer Aniston*, в левом заднем гиппокампе человека



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

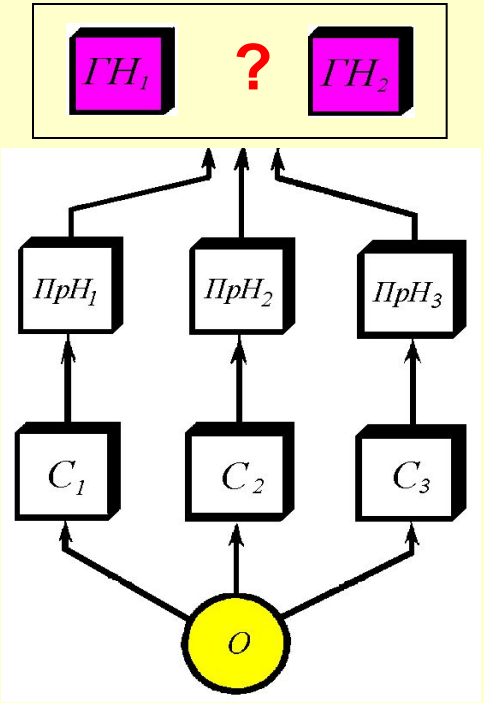
Нейроны, селективные к актрисе *Halle Berry*, в правом переднем гиппокампе человека



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.

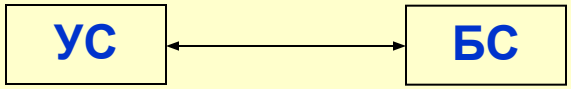
Оба изображения состоят из идентичных элементов. Одни и те же детекторы, иг-рующие эти элементы, код зг-личных гностических нейрона, активируют два ра т-вующих двум изображениям. соответс



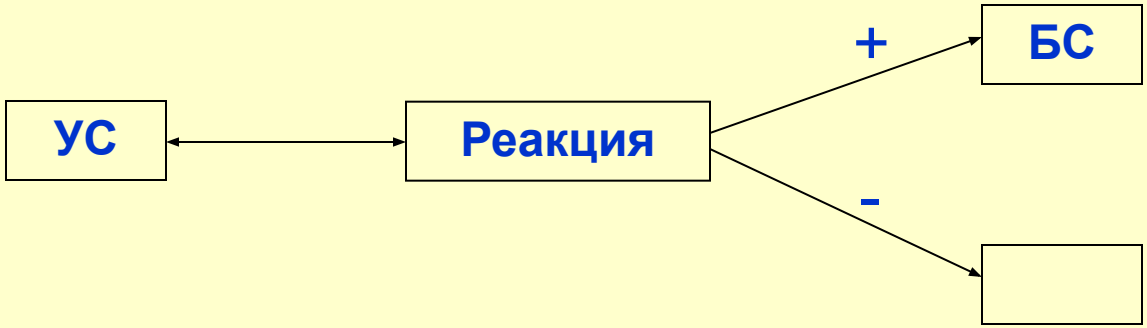
Классические и инструментальные рефлексы

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

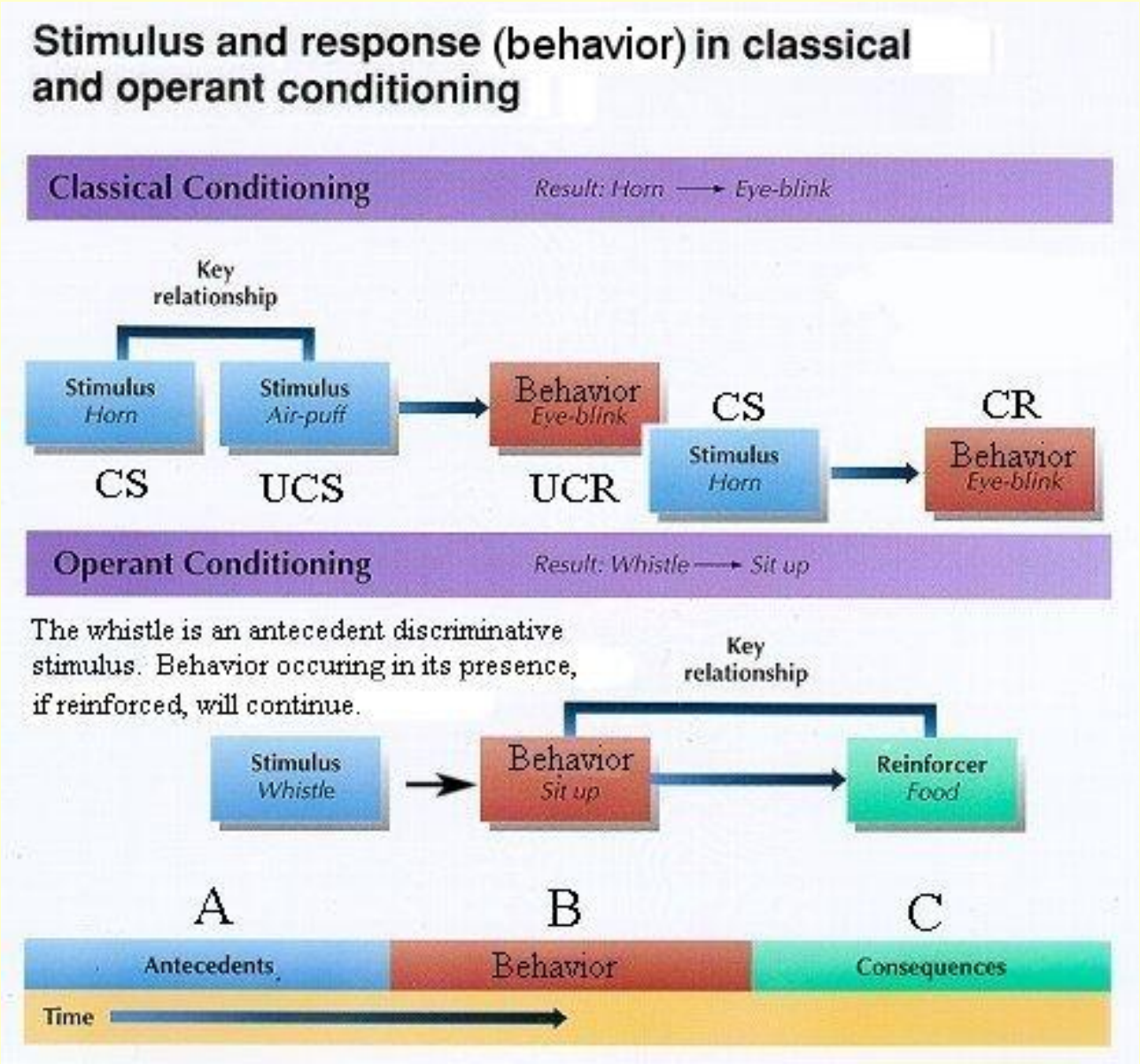
В классическом рефлексе между **УС** и **БС**, связь устанавливается независимо от поведения животного. а подкрепление предъявляется



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



Классические и инструментальные рефлексы



Классические и инструментальные рефлексы

Comparison of Basic Processes in Classical and Operant Conditioning

Process and Definition	Description in Classical Conditioning	Description in Operant Conditioning
Acquisition: The initial stage of learning	A CS and a UCS are paired gradually resulting in a learned CR.	Responding gradually increases because of reinforcement.
Extinction: 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.
Stimulus generalization: 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.
Stimulus discrimination: 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.