Классификация форм обучения и когнитивных процессов З.А. Зориной

- ***Неассоциативное обучение:***

- *Сенсибилизация*
- *Привыкание (гаубитация)*

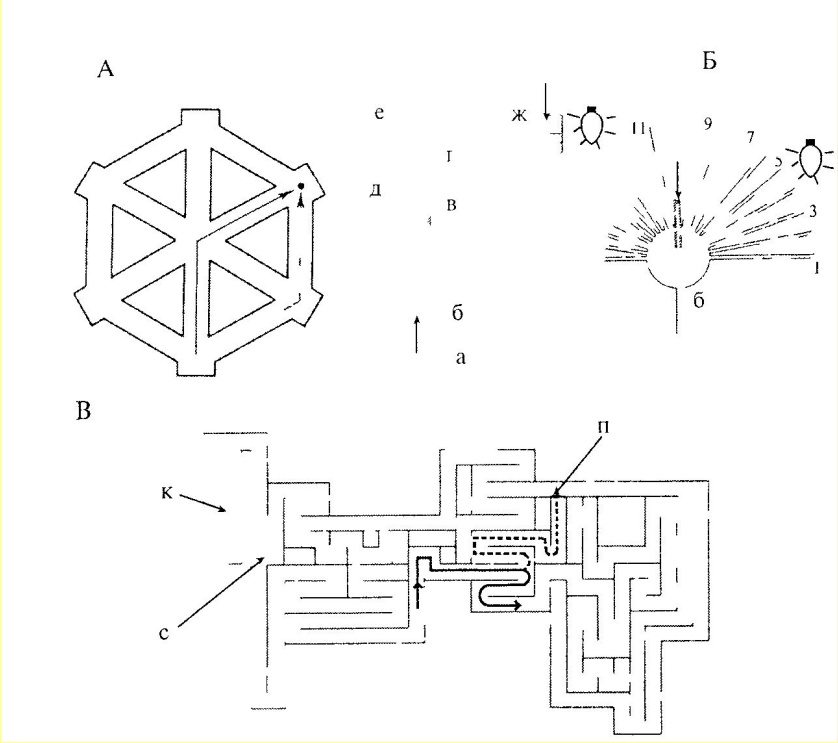
- ***Ассоциативное обучение***

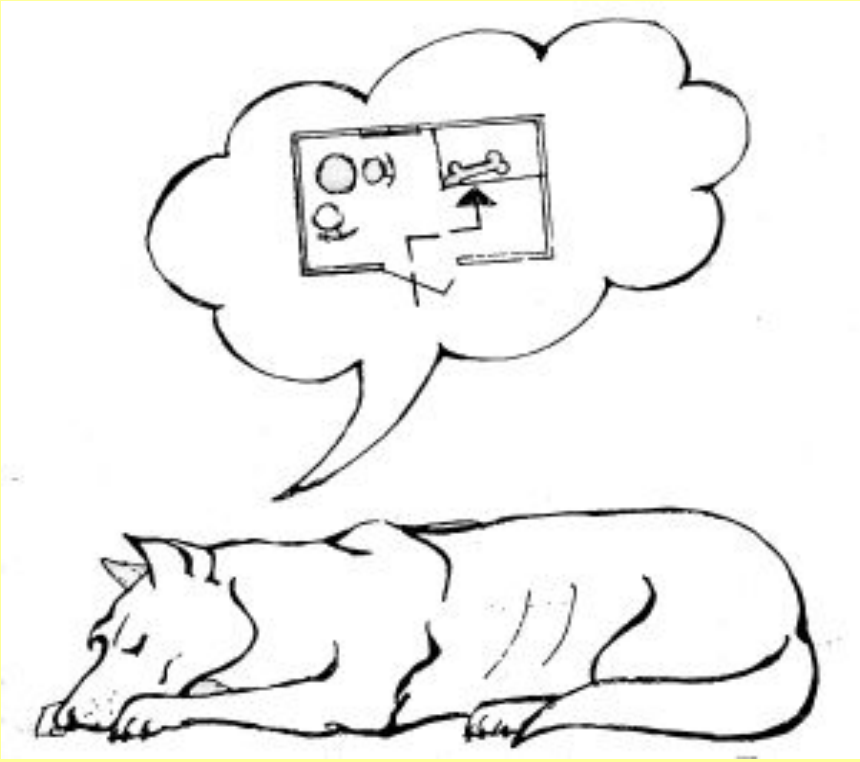
- *Классические условные рефлексы*
- *Инструментальные рефлексы*

- ***Когнитивные процессы***

- *Латентное обучение*
- *Выбор по образцу*
- *Обучение, основанное на представлениях о пространстве, порядке стимулов, числе, времени*
- *Инсайт-обучение (элементарное мышление)*

«Мысленный план» лабиринта и «когнитивные карты» Э.Толмена (1930-ые гг.)





Пространственное обучение

Современная теория «когнитивных карт»

Способы ориентации в пространстве:

- Счисление пути (dead reckoning) – затраченное время
- Использование ориентиров (landmark use) – строгая очередность, путь – цепь ассоциативных связей
- «Навигация по карте» - ориентация по местности, интегральная картина представлений с точками отсчета

Шимпанзе, бурые медведи, крысы (гиппокамп)

Заучивание последовательности стимулов

Г. Террес (1977)

Процесс запоминания цепей стимулов путем их разделения на подгруппы – «деление на куски» («chunking»).

Исследование на голубях

Формирование иерархически организованных внутренних представлений о структуре такой последовательности (аналогично запоминанию номеров телефонов с группировкой по 2-3 цифры).

Инсайт - обучение

Термин ввел У. Торп (1963) для сложных форм обучения, когда решение задачи происходило быстро для метода «проб и ошибок»:

В. Келер (1925)– поведение шимпанзе

Н. Майер (1929) - способность крыс «к рассуждению»

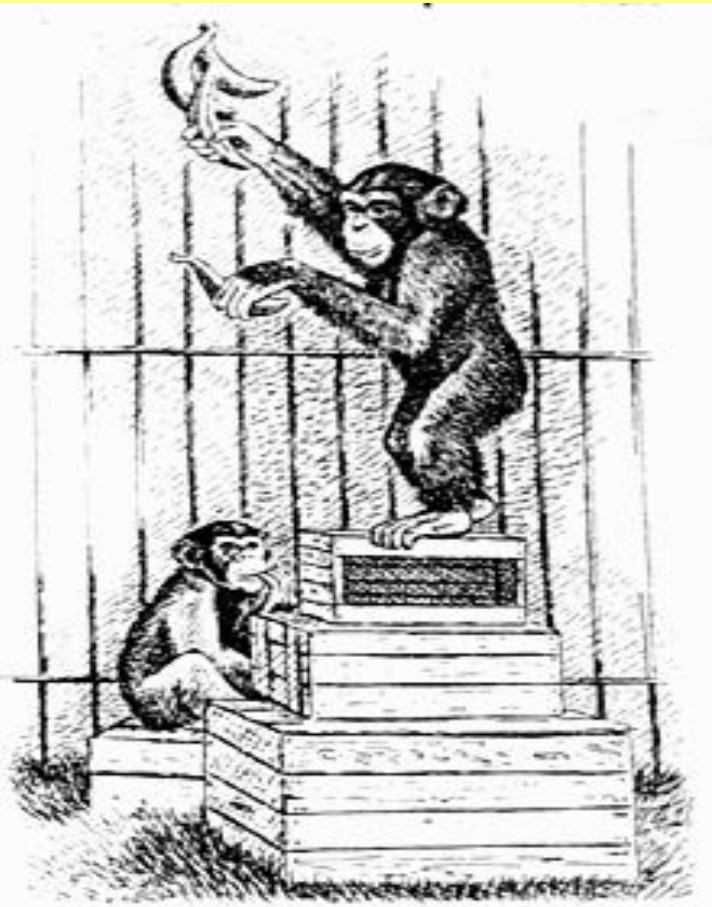


Рис. 6.

Проблема «культуры» у животных (Culture in animals)

1960-е гг. – начало широкомасштабных исследований поведения шимпанзе в природе (некоторые идут до сих пор)

Проект долговременных исследований шимпанзе в 7 районах Африки.

Whiten A., Goodall J., McGrew W., Nishida T., Reynolds V., Sugiyama Y., Tutin C.E.G, Wrangham R.W, Boesch C. Cultures in chimpanzees // Nature, 1999. Vol. 39. P. 687—685.

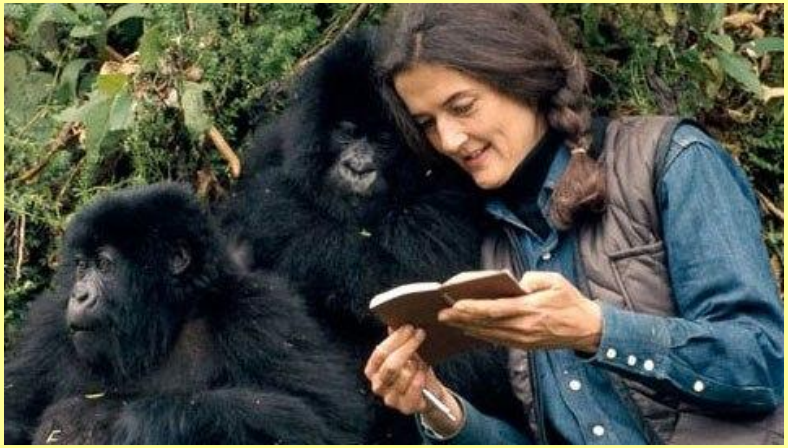
Джейн Гудолл

Проблема «культуры» у животных (Culture in animals)

Другие проекты:

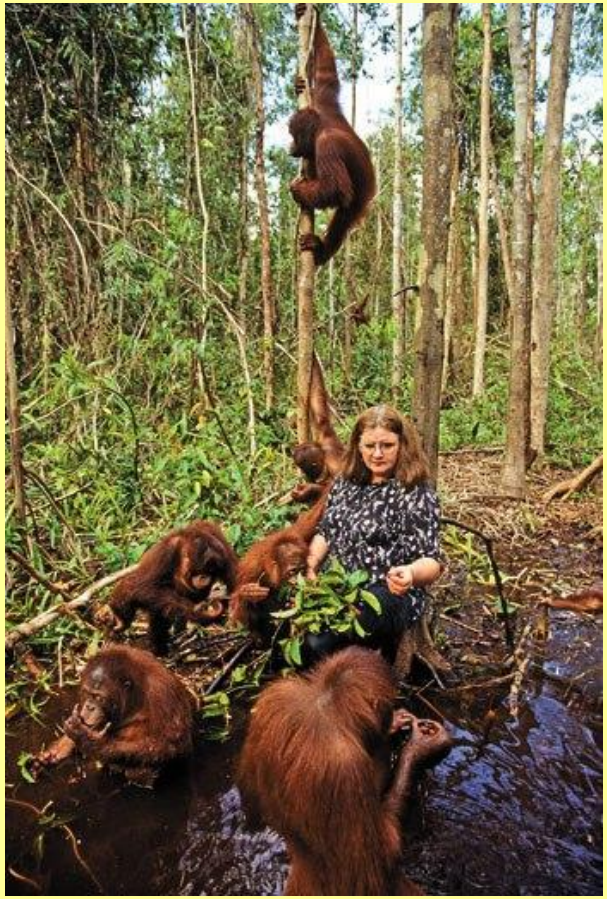
Дайан Фосси –

исследования горилл



Проблема «культуры» у животных (*Culture in animals*)

Бируте Гальдикас – исследования орангутанов



Дополнительные материалы:

- *Соколова Е.Е., Федорович Е.Ю. «К проблеме «культуры» у животных: критический анализ современных исследований с позиций психологии деятельности школы А.Н. Леонтьева // Культурно-историческая психология. 2016. Т.12. №2. С. 14—23*
- *Резникова Ж.И. Есть ли у животных культура? Гипотеза распределенного социального обучения – видео и стенограмма лекции*

http://www.ecolife.ru/exlibris/24624/

- Индивиды из разных сообществ шимпанзе, орангутанов, горилл, а также некоторых видов низших обезьян (капуцинов, макак) демонстрируют ***характерные именно для данного сообщества***, иногда ***идиосинкразические*** (нигде более не встречающиеся) ***поведенческие навыки,*** прежде всего в области добывания пищи, в том числе при изготовлении и использовании вспомогательных средств, или так называемых орудий («удочки», «копья» и «молотки»), и при первичной обработке пищевых объектов (например, очищение их от кожицы и колючек)

- *Nishida T., Wrangham, R.W., Goodall, J. Uehara, S. Lo cal differences in plant feeding habits of chimpanzees between the Mahale Mountains and Gombe National Park, Tanzania // Journal of Human Evolution. 1983. Vol. 12. P. 467—480.*
- *Perry S. Social traditions and social learning in capuchin monkeys (Cebus) // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2011. Vol. 366. No 1567. P. 988—996.*

- Кроме того, указанные антропоиды и низшие обезьяны имеют также устойчивые поведенческие варианты передачи своих намерений (например, при половых и доминантных демонстрациях) и форм аффилиативного поведения (особые виды груминга).

Perry S., Baker M., Fedigan L., Gros-Louis J., Jack K., MacKinnon K.C., Manson J., Panger M., Pyle K., Rose L.et al. Social conventions in wild white-faced capuchin monkeys: Evidence for traditions in a neotropical primate // Current Anthropology. 2003. Vol. 44. No 2. P. 241—268.

- В отличие от «культур» и «социальных традиций», описанных к настоящему времени у многих видов рыб, птиц и других таксонов млекопитающих эти «традиции» не ограничиваются одиночными поведенческими паттернами в отдельных функциональных сферах, но характеризуют сложные, комплексные локальные «культуры».

- Так, для шимпанзе было описано всего около 40 примеров подобного «культурного» поведения (например, разбивание орехов при помощи «молотка и наковальни», конкретные способы «макания» муравьев, вытирания загрязненной шерсти мятыми листьями или использование листьев в качестве зонтиков и др.)

Whiten A., Goodall J., McGrew W., Nishida T., Reynolds V., Sugiyama Y., Tutin C.E.G, Wrangham R.W, Boesch C. Cultures in chimpanzees // Nature, 1999. Vol. 39. P. 687—685

для орангутанов – около 20 (например, протыкание колючей поверхности плода палочкой и др).

Schaik van C.P., Ancrenaz M., Brogen G., Galdikas B., Knott C., Singleton I., Suzuki A., Utam S., Merrill M. Orangutan cultures and the evolution of material culture // Science. 2003. Vol. 299. P. 102—105.

Позже подобные списки «культурных навыков» были получены и для других видов животных (например, капуцинов, бутылконосых дельфинов, новокаледонских воронов и др.).

«Ритуализованное» бросание камней у шимпанзе. *Вверху* — три типичных варианта поведения: забрасывание камня в дупло или расщелину между корнями (tossing), швыряние камня с силой об ствол (hurling), стучание камнем по стволу (banging). *Внизу:* созданные обезьянами скопления камней в дуплах и у оснований стволов. Фото из статьи в *Scientific Reports*

От инноваций к культуре? Как?

"Thinkers of the Jungle: The Orangutan Report", Schuster et al. , 2008

Breuer et al., 2005

Впервые: Higuchi, 1986

Как расколоть орех грузовиком

Gruetr et al., 2013

Разные подходы

- **Псевдокультура** или **протокультура** (японский приматолог М. Каваи, 1965)
- Исследователь шимпанзе У. Мак Грю впоследствии даже отстаивал возможность создания особой научной области — «**культурной приматологии**».

McGrew W.C. Chimpanzee Material Culture: Implication for Human Evolution. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 277 p.

- Позднее некоторые авторы начали использовать термин «традиция», обозначающий поведение, приобретаемое «социально» (т. е. только при наличии в группе «умелых» членов сообщества, за которыми могут наблюдать «наивные» индивиды), распространенное по всему сообществу и передаваемое в нескольких поколениях животных.

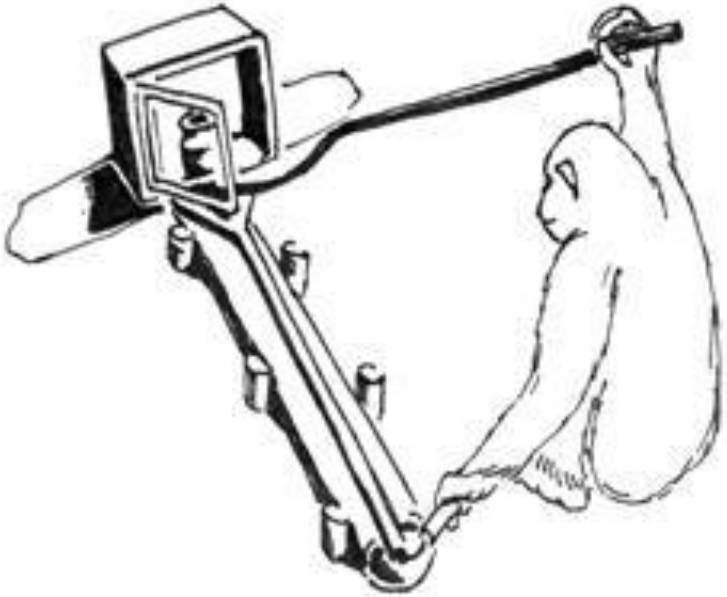
Fragaszy D.M., Perry S. The biology of animal traditions. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. 474 p.

- Некоторые авторы используют термины «культура» и «традиции» как взаимозаменяемые.

Laland K.N., Janik V.M. The animal cultures debate // Trends in Ecology and Evolution, 2006. Vol. 21. P. 542—547.

- Довольно часто употребляется и термин «культурные традиции» (*cultural traditions*).
- Более осторожные авторы говорят о «поведенческих традициях» и об «особых формах культуры» у животных.
- Whiten A.: Культура – это не одна поведенческая традиция, а целый блок традиций.
- Ж.И. Резникова: роль врожденных моторных стереотипов! (*Депр. эксп. с птенцами новокаледонских воронов, 2005 – 1 из 4 показал сложное поведение).

Гипотеза: чем дальше от врожденных моторных стереотипов стоит поведение, тем легче ему обучиться животному во взрослом состоянии; чем оно ближе к врожденным стереотипам, тем, соответственно, труднее передается из поколения в поколение.



Недостаточное разграничение видотипических стереотипов и инноваций; недооценка генетических факторов...
“Первая” или “вторая” наследственность?...

Эксперименты Л. Фирсова

Родившиеся в лаборатории гнезд не строят

Шимпанзе учатся использовать гаджеты (Э. Вайтен)

Классификация форм социального научения

Социальное обучение – этологический механизм укоренения традиций

Romero et al. 2013, PloS One

Заразительное поведение

Подражание и “истинная имитация”

Социальное облегчение (social facilitation):
в присутствии сородичей реакции проявляются с большей легкостью

- ***Эмуляция (emulation)*** Термин предложен М. Томаселло

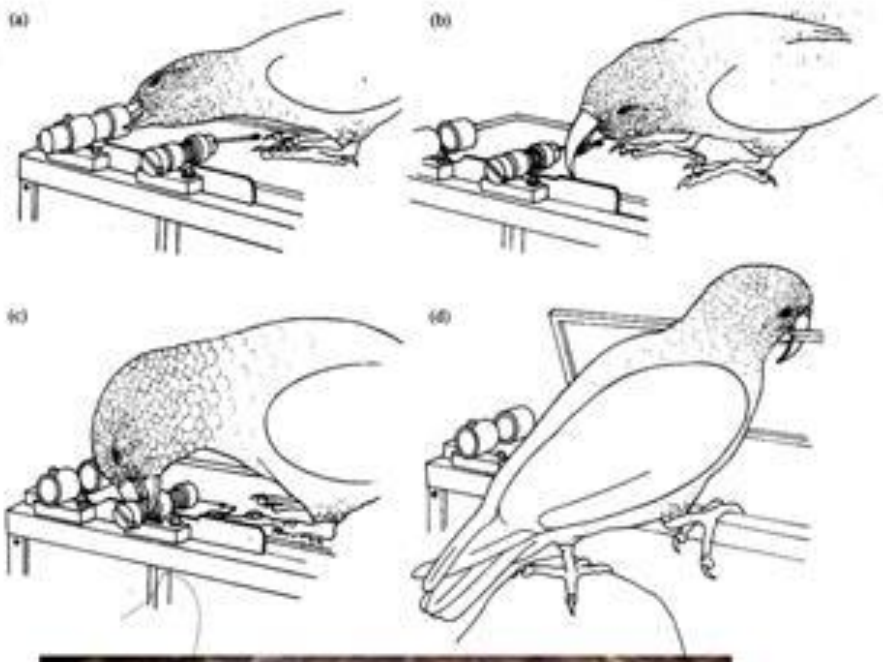
Получение и использование индивидом информации об изменениях в окружении, явившихся результатом деятельности других членов сообществ.

«Affordances learning» - для животного-«наблюдателя» неважно, каким именно образом получена информация (напр., открытие двери другим животным своего вида, человеком или ветром), хотя если конспецифик – эффект лучше.

Здесь важно подчеркнуть, что в случае эмуляции индивид, наблюдая, как демонстратор решает какую-либо задачу, не копирует его действия, а изобретает/строит нужные для решения проблемы действия сам!

Tomasello M. Do apes ape? In Heyes C.M., Galef B.G. (eds.) Social Learning in Animals: The Roots of Culture. New York: Academic Press, 1996. P. 319—345.

Эксперимент Л.Губера



Изучение подражания в эксперименте.
Метод “два способа – один результат”
(лаборатория Людвига Губера)

- ***Имитация (imitation) -*** точное воспроизведение «зрителем» действий других индивидов в результате наблюдения за их деятельностью.

При имитации наблюдатель воспроизводит не только конечный результат наблюдаемых действий (как при эмуляции), но также воспроизводит специфические способы действий, которые применяли демонстраторы при решении той или иной задачи.

При имитации наблюдатель может воспроизводить и те действия демонстратора, которые не являются обязательными для выполнения задачи.

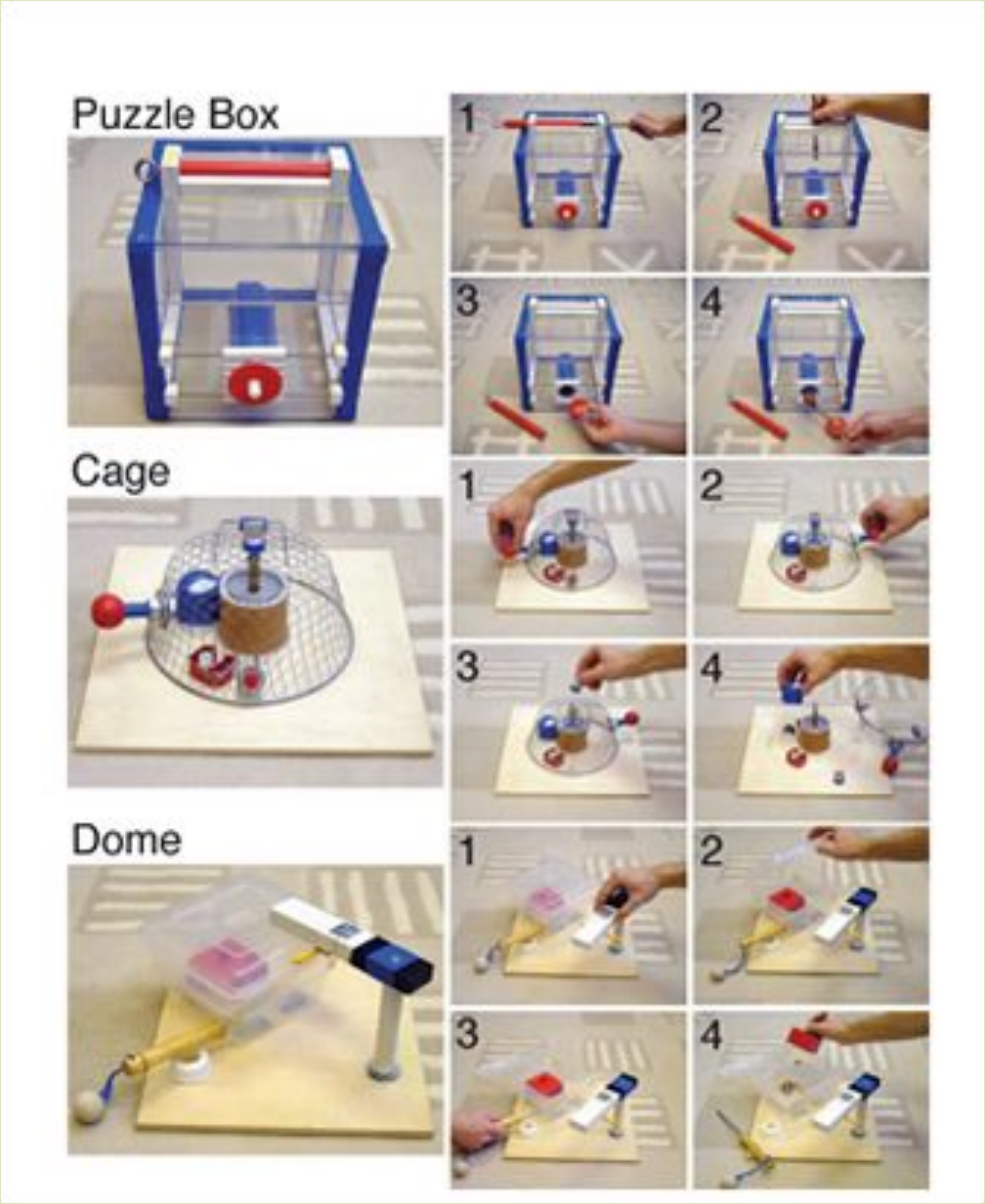
Есть ли имитация в таком значении у животных – спорный вопрос!

Многие ученые считают, что есть, но, например, известный специалист по подражанию у животных Б. Галеф, а также М.Томаселло и его группа относятся к этому более критично.

Эксперименты М. Томаселло

В ряде случаев шимпанзе кажется «более адаптивным», нежели поставленный в аналогичную ситуацию маленький ребенок.

Феномен «чрезмерного подражания» у детей - ребенок, как правило, повторяет все действия взрослого — как релевантные, так и лишние.



- ***Учительство (teaching) -*** взрослые или умелые индивиды намеренно обучают детенышей разным полезным навыкам, прежде всего — способам добывания пищи и использования орудий.

  Критерии:

- 1) животное изменяет свое поведение специально /преднамеренно в присутствии наивных индивидов таким образом, чтобы поощрить/облегчить их научение;
- 2) «учитель», хотя его поведение затратно для него самого, не получает какой-либо моментальной выгоды за свое «учительство»;
- 3) в качестве результата поведения учителя ученик должен научиться чему-либо в более ранний период своей жизни или более быстро, чем это происходило бы иным путем, или научиться чему-то, чему без учительства он не научился бы вообще.

Shettleworth S.J. Cognition, Evolution, and Behavior (Second Edition). Oxford, 2010. 720 p.

В ряде исследований встречаются указания на 2 и 3 пункты. Так, например, сурикаты демонстрируют поведение, внешне похожее на «учительство», а именно ловят, приносят и подают детенышам пищу (скорпионов), по-разному обработанную в зависимости от возраста детенышей (реагируют на крики детенышей, маркирующие их возраст).

Однако у «учителей» нет возможности варьировать свое поведение в зависимости от индивидуальных (а не возрастных) особенностей детенышей или создавать «индивидуальные программы обучения».

По критерию 1 мнения расходятся: М. Томаселло, Б. Галеф и С. Шеттлеворс; Е.Е. Соколова и Е.Ю. Федорович отвергают возможность такой формы социального научения. Так, первые удачные действия раскалывания орехов при помощи камней появляются лишь у 7—8-летних шимпанзе без направленного «обучения» взрослыми.

Распространение поведенческих традиций

Whiten, 2013

Rendell, 2013

Распространение поведенческих традиций в популяции

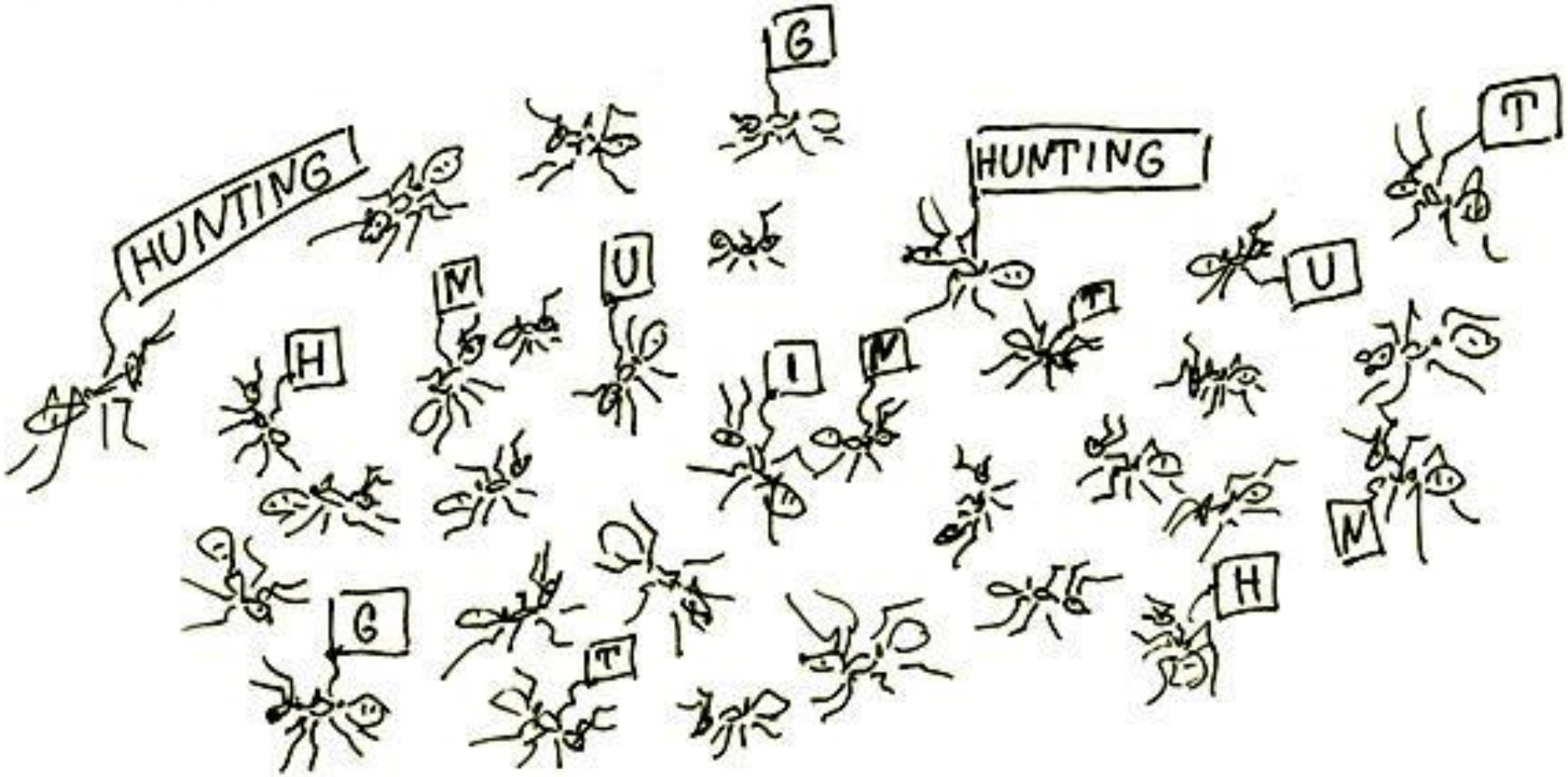
Kopps, Sherwin, 2012

Гипотеза распределенного социального обучения Ж.И.Резниковой

В "наивных" семьях около 5% рабочих демонстрируют охотничий стереотип по принципу "все и сразу" (Reznikova & Panteleeva, 2008, Acta Ethologica).

Гипотеза распределенного социального обучения Ж.И.Резниковой

Полные стереотипы и их фрагменты распределены между членами группировки



Гипотеза распределенного социального обучения Ж.И.Резниковой

Фрагментация охотничьего стереотипа у грызунов разных видов (крыса, полевая мышь, монгольская песчанка, домовая мышь)

поедание

схлопывание лапами

Гипотеза распределенного социального обучения Ж.И.Резниковой

Заключение

Адаптивные возможности популяций могут расширяться достаточно экономичным путём. Достаточно обладать отдельными "заготовками" сложных стереотипов и способностью к самым простым формам социального обучения. Генетическая предрасположенность – лучший "учитель" для животных, по крайней мере, для многих из них.

Различие культуры человека и «культуры» животных

- Качественное различие культуры человека и «культуры» животных, методологическая несостоятельность отождествления «культуры» у животных и культуры у человека – подход Московской школы А.Н. Леонтьева, К.Э. Фабри (лаборатория зоопсихологии при кафедре общей психологии МГУ)

Соколова Е.Е., Федорович Е.Ю. «К проблеме «культуры» у животных: критический анализ современных исследований с позиций психологии деятельности школы А. Н. Леонтьева // Культурно-историческая психология. 2016. Т.12. №2. С. 14—23

Характеристики культуры

1. «инновация» (изобретение новых поведенческих паттернов)
2. «продолжительность существования навыка» (поведенческий паттерн продолжает существовать и без присутствия впервые его продемонстрировавшего индивида),
3. «диффузия» (навык распространяется между группами),
4. «традиция» (навык переносится между поколениями),
5. «стандартизация» (навык постоянен и стилизован) и т. п.

Subiaul F. The imitation faculty in monkeys: Evaluating its features, distribution and evolution // Journal of Anthropological Sciences. 2007. Vol. 85. P. 35—62.

Кардинальное различие

- Близкий школе А.Н. Леонтьева философ Э.В.Ильенков: «внешне сходное» (абстрактно-общее) может маскировать сущностные различия сравниваемых между собой реальностей: по внешнему сходству (по аналогии) в один класс могут быть зачислены совершенно разные по происхождению (гомологии) предметы.
- Культурно-деятельностное направление в отечественной психологии, в частности, школа А.Н.Леонтьева.

Кардинальное различие

- М. Томаселло и С. Шеттлворс: тот факт, что у животных формируются поведенческие традиции, которые устойчиво повторяются в нескольких поколениях, не означает, что мы можем говорить о наличии у них культуры, сходной по своей природе с культурой людей.

При формировании «культурных традиций» у животных задействованы более простые механизмы. Одним из них является *stimulus enhancement* — расширение поля значимых для индивида стимулов и объектов, в результате которого происходит видоспецифическая тонкая настройка механизмов индивидуального научения.

Shettleworth S.J. Cognition, Evolution, and Behavior (Second Edition). Oxford, 2010. 720 p.
Tomasello M. Do apes ape? In Heyes C.M., Galef B.G. (eds.) Social Learning in Animals: The Roots of Culture. New York: Academic Press, 1996. P. 319—345.

Коррекция некоторых положений психологии деятельности школы А.Н.Леонтьева в свете современных исследований

- *«Животные не изготавливают своих орудий»* - приматы (как антропоиды, так и даже низшие обезьяны) специально и/или заранее изготавливают удочки или «копья», разыскивают камни и переносят их потом за несколько сот метров к месту использования (но при намерении охотиться, а не на неделю вперед).
- *«Животные не хранят орудий»* - некоторые обезьяны, например капуцины, помнят в течени нескольких месяцев, где эти орудия (например, камни нужного размера) лежат.

- *«У животных “орудие” не создает никаких новых операций, оно подчиняется их естественным движениям, в систему которых оно включено. У человека происходит обратное: сама его рука включается в общественно выработанную и фиксированную в орудии систему операций и ей подчиняется»* - рука обезьяны тоже подлаживается под «орудие», но не общественно обусловленным способом, т. е. каждый индивид индивидуально «подлаживает» свою руку к орудию.
- Смысл орудия у животных тоже в известной степени задается деятельностью взрослых и в этом отношении данный смысл «общественен». Однако каждый детеныш самостоятельно осваивает способы деятельности.
- Не всегда «поведенческие традиции» животных связаны с непосредственным удовлетворением их биологических потребностей, например, пищевых (функции аффилиации: манипулирование камнями у макак, «конвенциональные игры» у капуцинов)

Качественное различие

обусловлено единством субъект-объектных и субъект-субъектных отношений в любой деятельности входящего в культуру ребенка, не говоря уже о деятельности взрослого человека, тогда как у животных это единство отсутствует.

- Движение орудия строится у человека по образцу способа действия с ним, показанного или тем более построенного другим человеком.
- У человека присутствует институт «учительства», принципиально отсутствующий у животных.
- У животных абсолютно отсутствует «обратное» воздействие ученика на учителя.
- У детей в процессе развития рано или поздно начинает вызывать интерес сам способ выполнения действия как таковой в отличие от «прагматической» ориентации действий на результат у животных.

Кардинальное различие подходов к природе психики

- *Психика – функция мозга* (исследования в рамках neuroscience*),* биологический, «мозговой» редукционизм
- *Психика – функция всей деятельности субъекта (*А.Н. Леонтьев, Э.В. Ильенков)

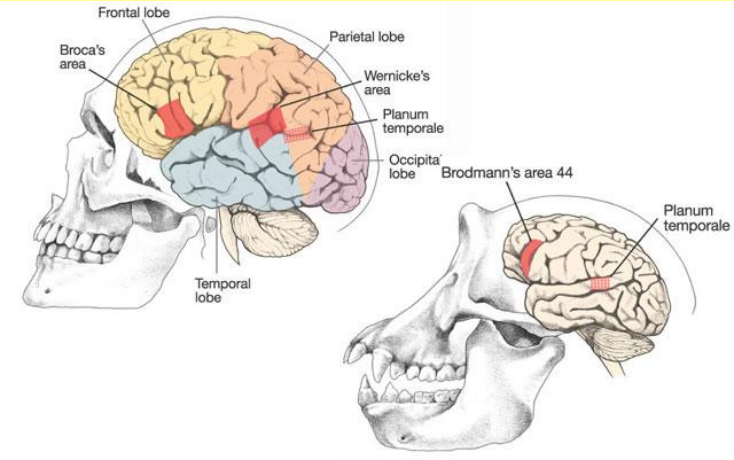
Э.В. Ильенков: Специфически человеческая психика со всеми ее уникальными особенностями и возникает (а не ” пробуждается”) только как функция специфически человеческой жизнедеятельности, т. е. деятельности, созидающей мир культуры, мир вещей, созданных и созидаемых человеком для человека.

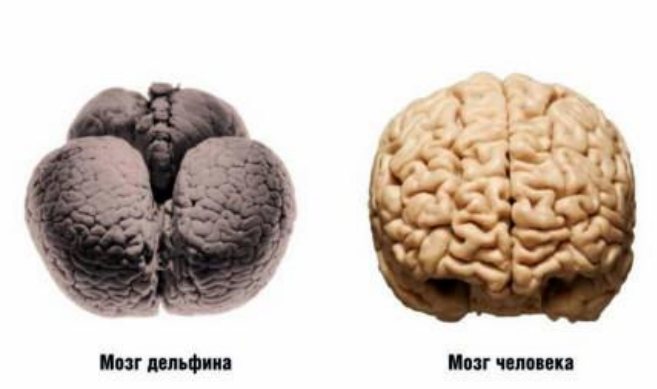
Соколова Е.Е., Федорович Е.Ю.: Психика животных точно также является функцией их деятельности. Качественные различия между деятельностью животных и деятельностью человека приводят и к качественным различиям их психических процессов.

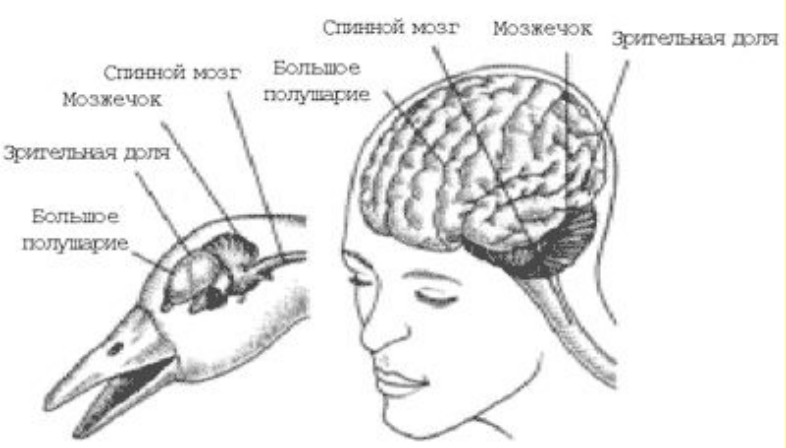
Рассудочная деятельность (элементарное мышление) животных

Акт мышления возникает, когда есть мотив решить задачу, а готового решения (врожденного или приобретенного в процессе обучения) нет (А.Р. Лурия).

У высокоорганизованных животных (приматов, дельфинов, врановых птиц) мышление – системная функция мозга

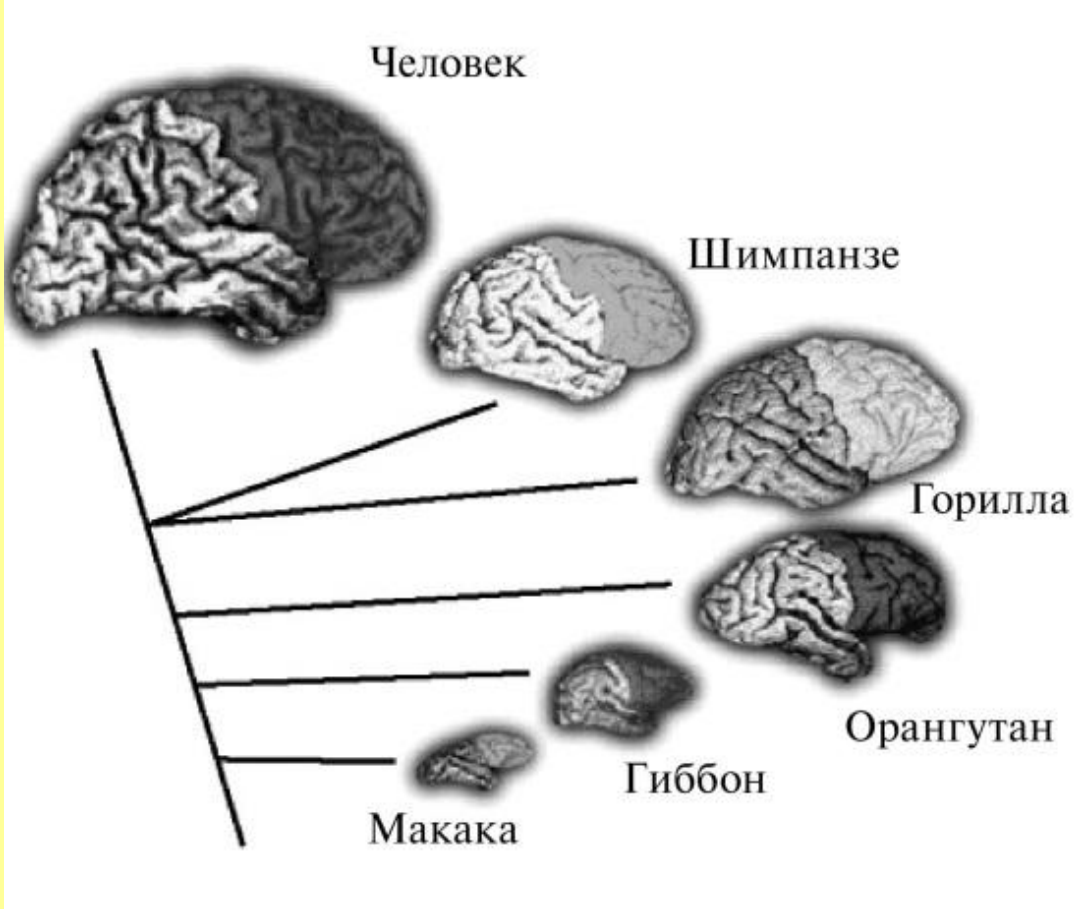






Разные варианты устройства мозга

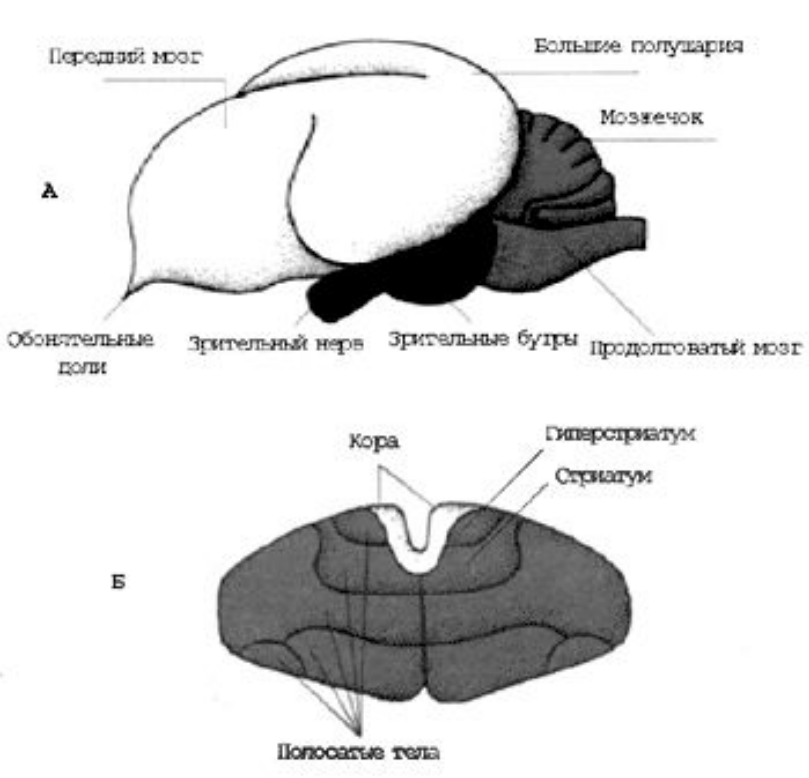
1. Кора головного мозга, роль неокортекса, ассоциативной коры, вклад лобных долей в планирование, прогнозирование, в решение двухфазных задач (у млекопитающих)



Разные варианты устройства мозга

2. Стриатум (полосатое тело) у птиц – анатомическая структура конечного мозга, относящаяся к базальным ядрам полушарий головного мозга, особая роль верхней его части – гиперстриатума

У врановых и попугаев стриатум имеет сложное строение: очень высокая плотность нейронов, сильно развитые межклеточные нейроглиальные комплексы, ответственные за скорость оперативной обработки информации + развитая иерархическая структура клеток (выполняет функции неокортекса).

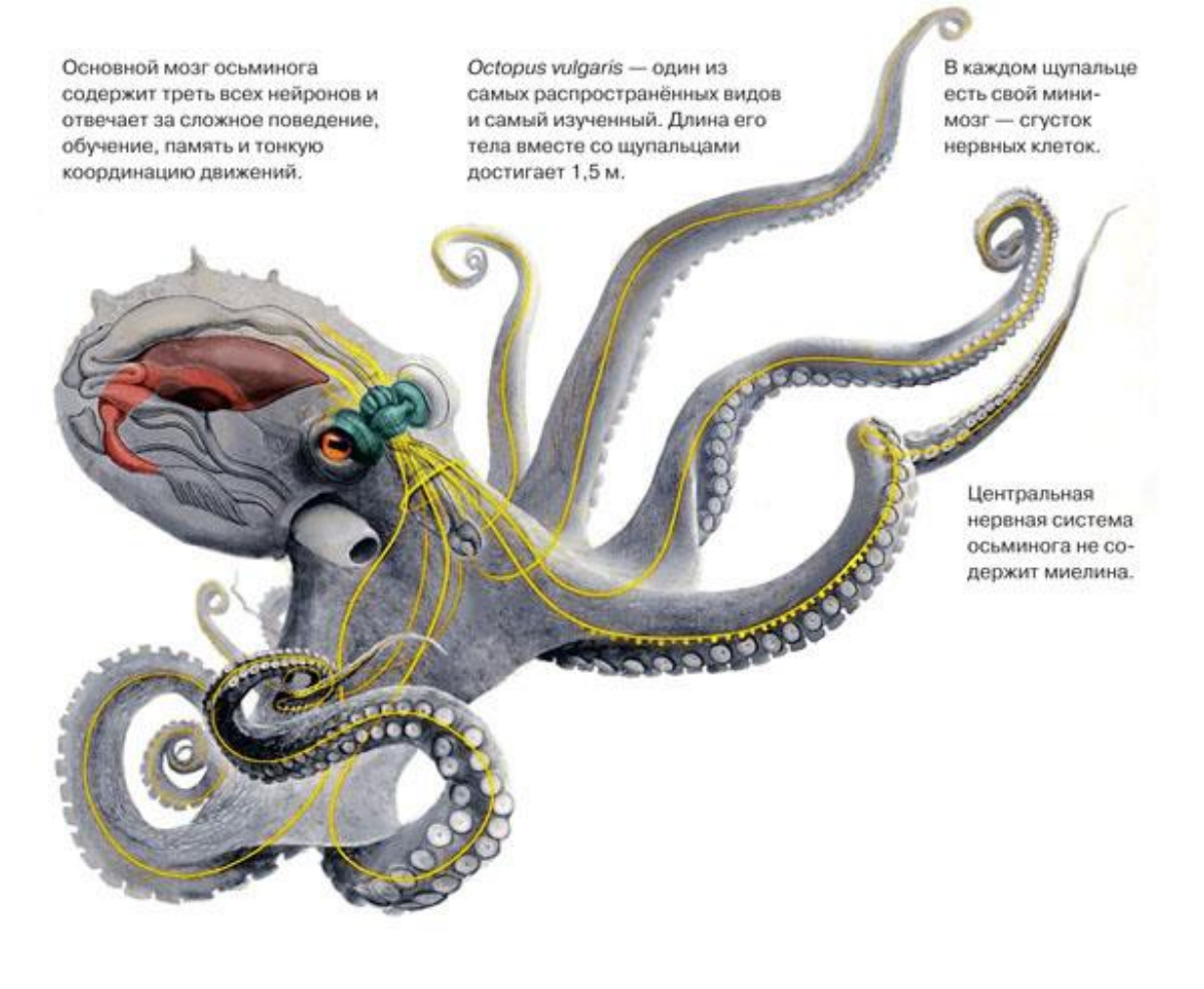


Головной мозг птицы (А) и большие полушария (Б) в поперечном разрезе

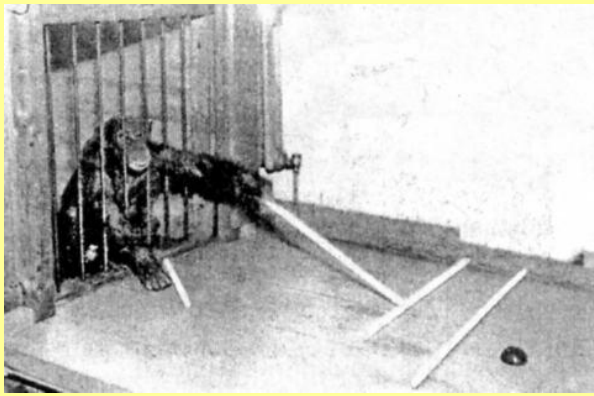
Разные варианты устройства мозга

3. Головной мозг в хрящевой капсуле у головоногих моллюсков (осьминоги, каракатицы и кальмары)

Мозг осьминога включает 50—75 долей и имеет зачатки коры. Большая часть нервных клеток расположена в ганглиях щупалец. Модульная организация мозга.



Основные маркеры мышления у животных



- Способность к экстренному решению задач
- Способность к обобщению и абстрагированию
- Решение двухфазных и многофазных задач
- Способность воспринимать эмпирические законы, например, оперирование объемными характеристиками объектов.

Изучение мышления у животных

- В. Келер: Инсайт – «озарение», понимание связей между стимулами и событиями. В основе – восприятие ситуации в целом.
- Р. Йеркс: в основе когнитивной деятельности человекообразных обезьян лежат «иные процессы, нежели подкрепление и торможение… эти процессы будут рассматриваться как предшественники символического мышления человека».
- И.П. Павлов: «зачатки конкретного мышления, которым и мы орудуем»
- Н. Майер: способность животных адекватно реагировать в новой ситуации за счет экстренной реорганизации ранее приобретенных навыков
- Л.Г. Воронин: способность комбинировать и перекомбинировать хранящиеся в памяти условные связи и системы из них. Комбинационные УР – основа для формирования образного, конкретного мышления
- Н.Н. Ладыгина-Котс: обезьяны имеют элементарное конкретное образное мышление (интеллект), способны к элементарной абстракции и обобщению.

Изучение мышления у животных

- Способность к экстренному решению новых задач - способность устанавливать новые связи в новых ситуациях (Дембовский, Ладыгина-Котс, Рогинский, Крушинский и др.)

Исследования Л.В. Крушинского (1966): решение осуществляется на основе «улавливания эмпирических законов, связывающих предметы и явления внешнего мира».

Исследование процесса символизации у антропоидов Д. Рамбо (1984): когнитивная природа этого явления. Мышление животных – «адекватное поведение, основанное на восприятии связей между предметами, на представлении об отсутствующих предметах, на скрытом оперировании символами».

Изучение мышления у животных

Д. Примэк (1986): «языковые» способности шимпанзе связаны с «умственными процессами высшего порядка»: сохранение «сети перцептивных образов-представлений, использование символов, мысленная реорганизация представления о последовательности событий».

Ситуации, которые нужно исследовать для доказательства мышления у животных:

- решение задач, моделирующих естественные для животного ситуации
- построение аналогий
- осуществление операций логического вывода
- способность к самоосознанию

Изучение мышления у животных

Р. Бирн «Мыслящие антропоиды» (1998): В понятие «интеллект» входят следующие способности:

- извлекать знания из взаимодействия со средой и сородичами
- использовать эти знания для организации эффективного поведения как в знакомых, так и в новых обстоятельствах
- прибегать к мышлению, рассуждению или планированию при возникновении задачи
- осуществлять любые формы соединения отдельных фрагментов знаний для создания программы нового действия

Изучение мышления у животных

- Способность к обобщению, абстрагированию и формированию довербальных понятий

(Келер, Ладыгина-Котс, Макинтош, Фирсов и др.)

Л.А. Фирсов: Способность к обобщению и абстрагированию – умение животного в процессе обучения и приобретения опыта выделять и фиксировать относительно устойчивые, инвариантные свойства предметов и их отношений».

- Способность предвидеть результаты собственных действий, а также способность к «активному оперированию следовыми образами и планированию действий» (Панов, 1983; Фирсов, 1987; Visalberghi, Fragaszy, 1997; Byrne, 1998)

Дж. Гудолл (1992): умение планировать, предвидеть, способность выделять промежуточные цели и искать пути их достижения, вычленять существенные моменты данной проблемы

Изучение способности животных к обобщению и абстрагированию

Concept, concept-formation Тесты на перенос

Уровни обобщения и абстрагирования, доступные животным:

- ***Допонятийный (доступен большинству животных)***

Способность к переносу ранее выработанной реакции на *новые стимулы той же категории*

Формируется *частное правило выбора (*например, по сходству): способность реагировать на любые предметы определенных формы, цвета или на любые объемные фигуры в отличие от плоских. Образные конкретные представления!

- ***Довербальный (стадия интеллекта)***

Способность к более высокому уровню обобщения, когда информация о свойствах предметов и явлений хранится в более отвлеченной форме

Способность к переносу правильных выборов на более широкий диапазон стимулов (других категорий и модальностей) – «обобщение обобщений»: «сходство» (или «отличие»), «соответствие» (или «несоответствие», «больше» («меньше»), «число» и др. Абстрактные представления!

- ***Уровень символизации*** (***стадия интеллекта***, ***спец. обучение,*** эксперименты с «говорящими обезьянами и говорящими попугаями)

Языки животных и язык человека

Языки большинства животных – это совокупность конкретных сигналов – звуковых, обонятельных, зрительных и т.д., которые действуют в данной ситуации и непроизвольно отражают состояние животного в данный конкретный момент.

Особенности:

Непреднамеренность коммуникации

Видоспецифичность

Сигнализация большинства видов животных включает 10 основных категорий:

- Сигналы предназначенные половым партнерам и возможным конкурентам;
- Сигналы, обеспечивающие обмен между родителями и потомством;
- Крики тревоги, зачастую имеют такое же значение для других видов;
- Сообщение о наличии пищи;
- Сигналы, помогающие поддерживать контакт между членами стаи;

Категории сигналов:

- Сигналы - «переключатели», подготавливают животное к воздействию последующих стимулов, например, известить о намерении играть;
- Сигналы-«намерения»;
- Сигналы агрессии;
- Сигналы миролюбия;
- Сигналы неудовлетворенности (фрустрации).

Язык и сигнальные системы по И. П. Павлову

- Система коммуникации, которыми пользуются животные называются *первой сигнальной системой.*
- Человек передает информацию с помощью слов-символов. Слово – *сигнал сигналов*, а речь – *вторая сигнальная система.*

Способность животных к символизации (на примере «счета»)

- Символизация – установление эквивалентности между символами и соответствующими предметами, действиями, обобщениями разного уровня и понятиями.

Критерии «истинного счета»

Р. Гельман и К. Галлистель предложили ряд критериев, которые необходимо учитывать при оценке способности животных использовать символы для маркировки множеств:

- *Соответствие «один к одному»;*
- *«ординальность»* (упорядоченность);
- *«кардинальность»* - символ, соответствующий последнему элементу, должен описывать общее число элементов в множестве.

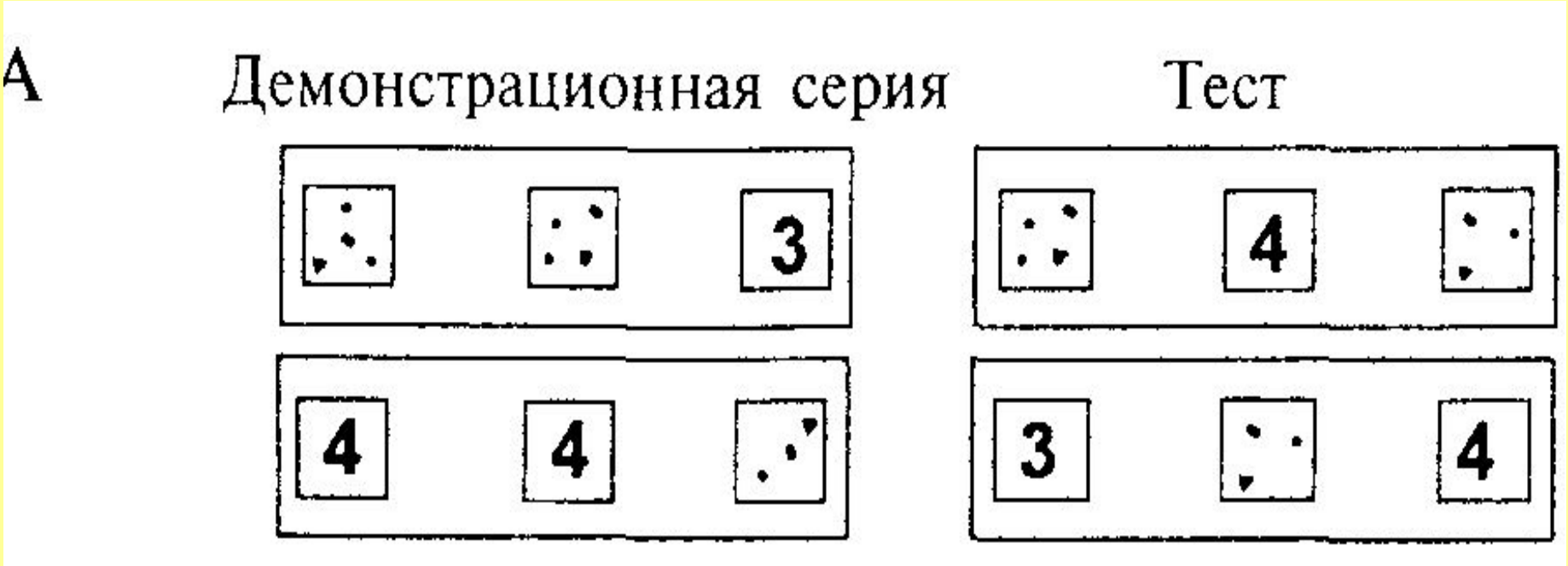
Способность к символизации у приматов

- Сара Бойзен обучила шимпанзе Шебу практически всем элементам «истинного счета»

Способность к символизации у приматов

- Приматы способны распознавать и обобщать признак «число элементов», устанавливать соответствие между признаком и арабскими цифрами. Способны ранжировать множества и упорядочивать их по признаку «число», а также совершать число действий, соответствующих цифре.

Обучение счету



Обучение счету