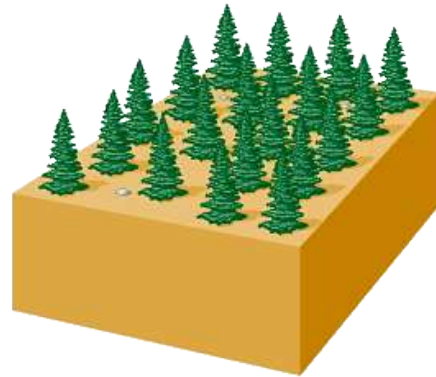


Теория эволюции
(введение в эволюционную
биологию)
Лекция №9

<> Половой отбор и видообразование



(a) Allopatric speciation



(b) Sympatric speciation

Два способа

видообразования:

- 1) аллопатрическое (популяция разделяется физическим барьером);
- 2) симпатрическое (экологическое) – без разделения.

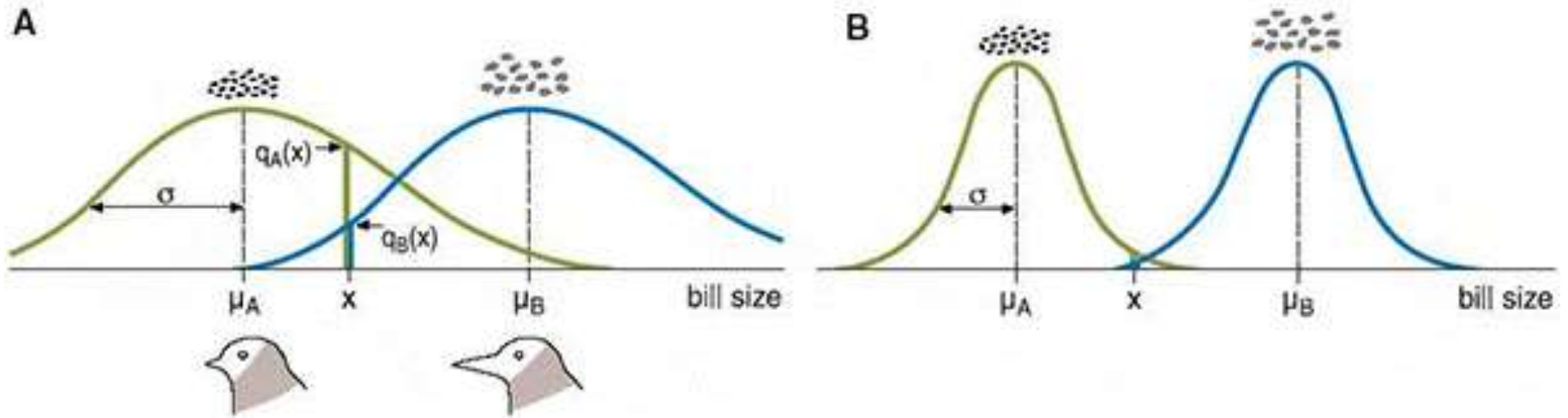
Половой отбор может способствовать симпатрическому видообразованию

Если у самок будут *разные* предпочтения, то понятно, что это может способствовать дивергенции (а разные предпочтения могут возникнуть, например, в результате фишеровского убежания). Но это – не единственная возможность.

П.о., как мы знаем, может усиливать действие «обычного» е.о. (если выбор осуществляется по индикаторам приспособленности).

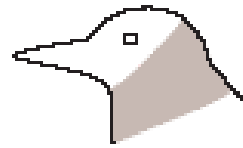
Этот усиливающий эффект п.о. может распространяться и на дизруптивный отбор.

При этом п.о. будет способствовать симпатрическому (экологическому) видообразованию даже если предпочтения у всех самок *остаются одинаковыми!*



Основные принципы модели ван Дорна. Существуют участки с мелкими и крупными семенами. Для мелких семян наиболее эффективен клюв длиной μ_A , для крупных — μ_B . По горизонтальной оси — длина клюва, по вертикальной — приспособленность (эффективность питания при таком клюве) на участке с мелкими семенами (зеленые кривые) и с крупными (синие кривые). **A** — кривые приспособленности широкие (их ширину отражает величина σ), дизруптивный отбор действует слабо; **B** — кривые приспособленности узкие, дизруптивный отбор сильный.

G. Sander van Doorn, Pim Edelaar, Franz J. Weissing. On the Origin of Species by Natural and Sexual Selection // Science. 2009. V. 326. P. 1704–1707.

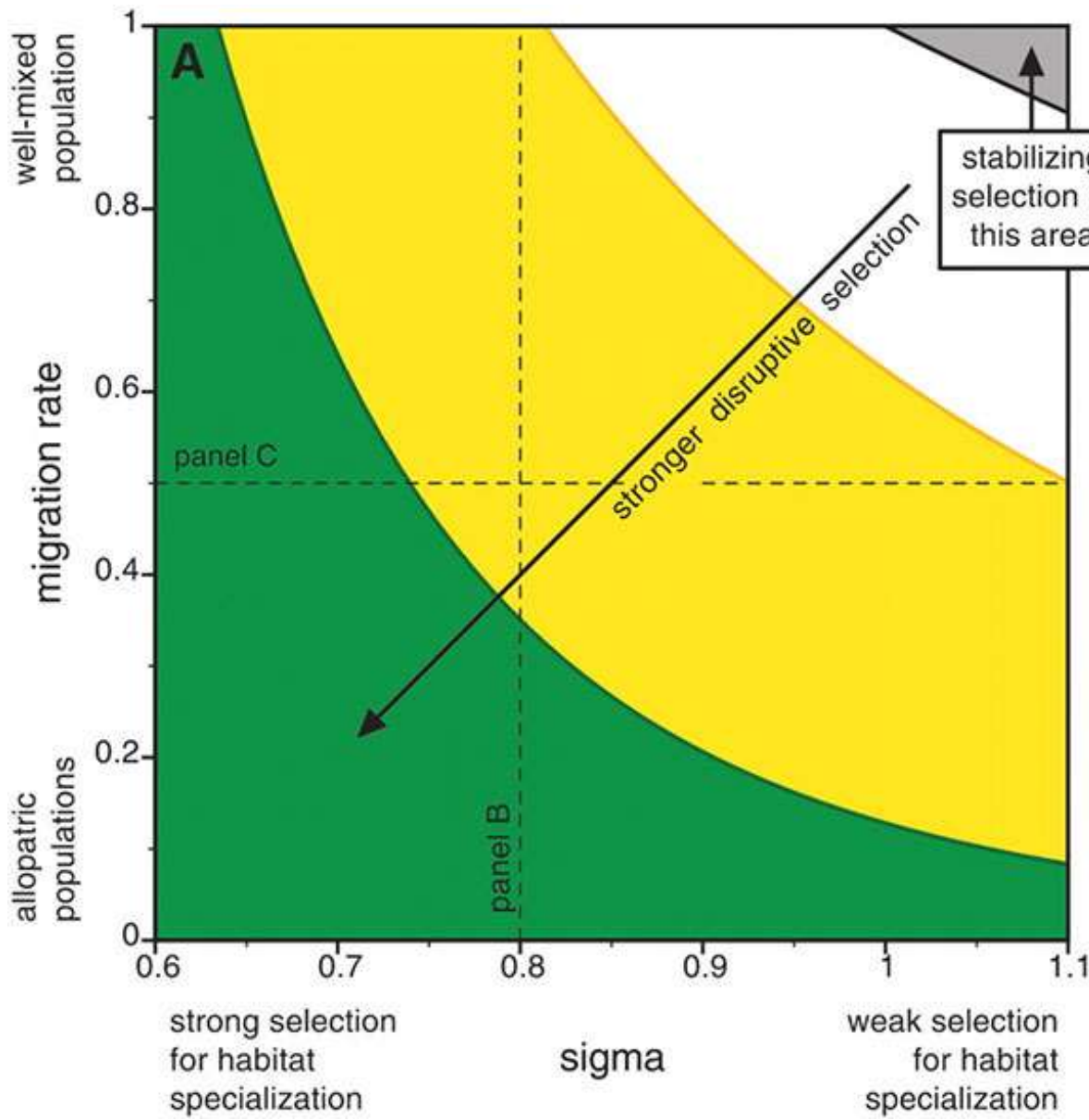


habitat A



habitat B

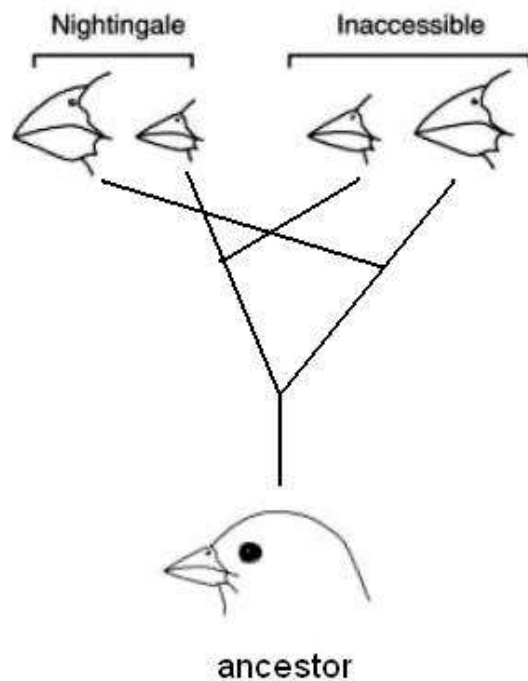
На участках с маленькими семенами лучше себя чувствуют самцы с маленькими клювами, поэтому у них хватает сил отрастить красивые, но дорогостоящие красные перья на шее — «индикатор приспособленности». На участках с крупными семенами лучше живется длинноклювым самцам, а короткоклювым украшения оказываются «не по карману».



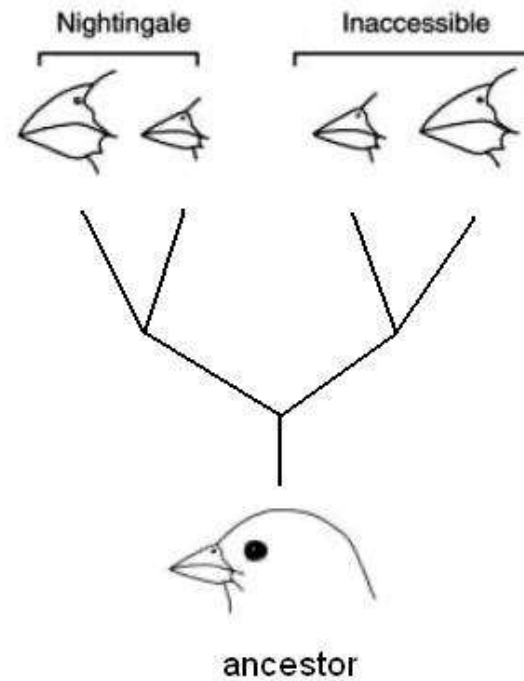
Результаты моделирования. По вертикальной оси — интенсивность миграций. По горизонт. оси — сигма. Зеленым цветом показана область, в которой симпатрическое видообразование происходит даже без помощи полового отбора. В пределах желтой области симпатрическое видообразование происходит только в том случае, если самцы имеют возможность обзавестись «индикатором приспособленности», а самки — половой избирательностью. Серым цветом отмечена область, в которой отбор является не дизруптивным, а стабилизирующим (особи с промежуточной длиной клюва имеют максимальную приспособленность).

Параллельное видообразование у вьюрков на двух островках архипелага Тристан да Кунья

Phylogeny inferred from morphology: large-beaked and small-beaked species evolved on separate islands and later spread to other islands



Phylogeny confirmed by DNA: two species, large-beaked and small-beaked, evolved independently on each of the two islands from the same ancestor





Большой земляной вьюрок *Geospiza magnirostris* (B) легко раскусывает твердые плоды растения *Tribulus cistoides* (якорец ладанниковый), чтобы извлечь семена (D: справа — плод, разгрызенный вьюрком). У среднего земляного вьюрка *Geospiza fortis* (A, C) способность справляться с плодами *T. cistoides* зависит от размера клюва. Особи с большими клювами (A) могут питаться этими плодами, хотя у них уходит втрое больше времени на их разгрызание, чем у большого земляного вьюрка. Особи с маленькими клювами (C) не могут разгрызть такой плод и даже не пытаются.

(Peter R. Grant & B. Rosemary Grant, 2006. Evolution of Character Displacement in Darwin's Finches

Character displacement: конкуренция между близкими видами способствует **расхождению признаков:** представители двух видов начинают сильнее различаться в зоне совместного проживания по сравнению с теми же видами в районах отдельного проживания. Детально изученный пример этого явления — уменьшение клюва у среднего земляного вьюрка на о-ве Дафне, которое произошло на фоне засухи 2004–2005 гг из-за конкуренции с недавно поселившимся на острове большим земляным вьюрком. Ключевую роль в этом сыграл ген *HMG2*. У него есть два аллельных варианта, *L* (large) и *S* (small), которые влияют на размер клюва не только у земляных, но и у прочих галапагосских вьюрков. Во время засухи у *G. fortis* происходил интенсивный отбор по локусу *HMG2*: погибло 70% птиц *LL* и 47% особей *LS*, тогда как из птиц с генотипом *SS* только 24% не пережили голодное время.

S. Lamichhane, F. Han, J. Berglund, C. Wang, M.S. Almén, M.T. Webster, B.R. Grant, P.R. Grant, L. Andersson. A beak size locus in Darwin's finches facilitated character displacement during a drought // Science. 2016. V. 352. P. 470–474.

Эволюционная эстетика





How Sexual Choice Shaped the Evolution
of Human Nature

The
MATING MIND

—
GEOFFREY MILLER

"Integrating . . . The discussion of the mind as a mechanism of attracting mates
is fascinating." —*The Washington Post Book World*
Columbian Magazine

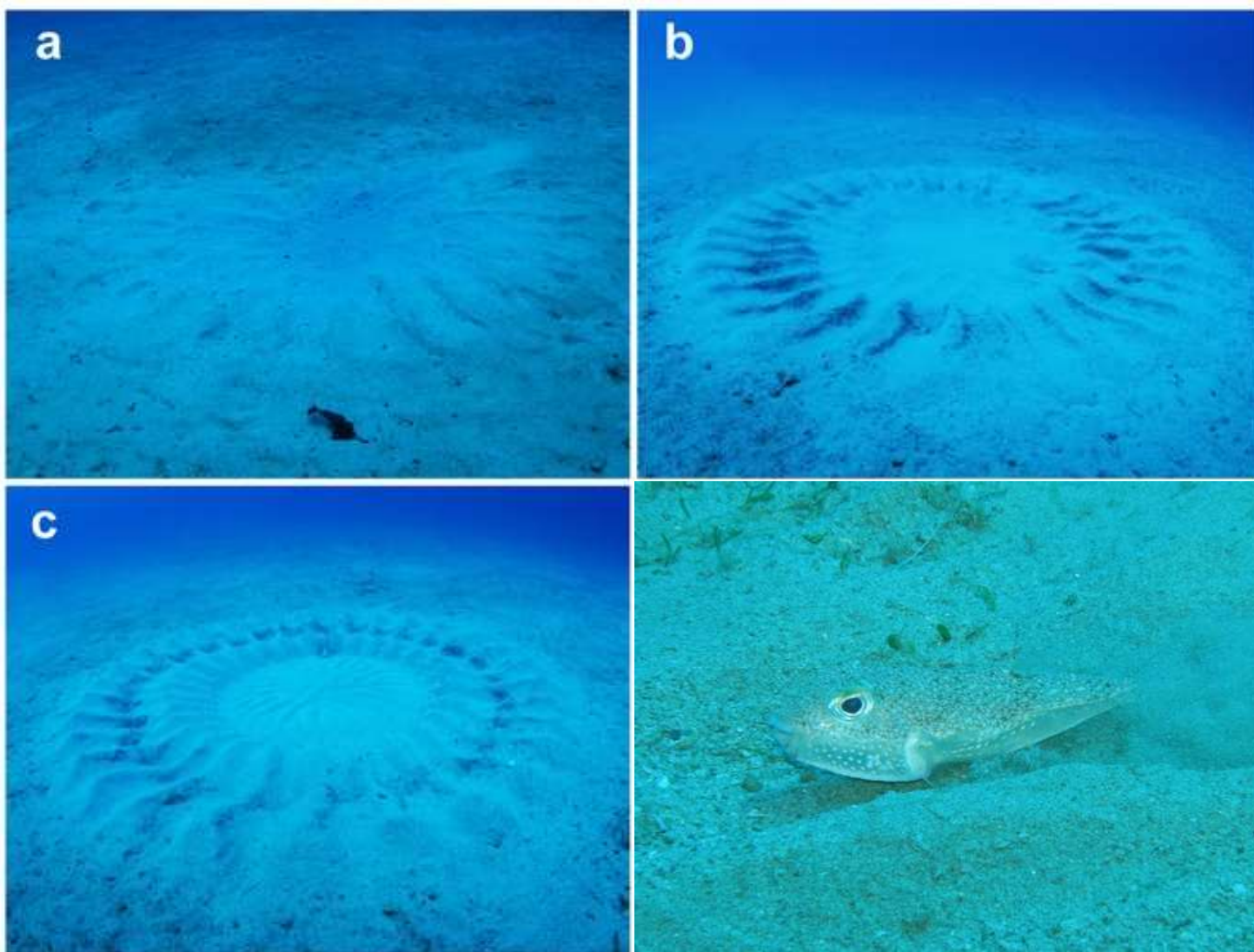


Если бы мы сумели взять у самца атласного шалашника интервью для журнала «Артфорум», он мог бы сказать примерно следующее:

«Я нахожу совершенно необъяснимым это непреодолимое влечение к самовыражению, к игре с цветом и формой только ради них самих. Я не помню, когда впервые ощутил в себе неудержимое желание создавать насыщенные цветовые поля в рамках монументального, но при этом минималистского антуража, но когда я отдаюсь этой страсти, я ясно ощущаю свою связь с чем-то, находящимся вне меня. Когда я вижу красивую орхидею высоко на дереве, я чувствую, что просто обязан ее заполучить. Когда я вижу, что какая-нибудь ракушка в моем творении сдвинута с места, я должен положить ее обратно. Райские птицы могут отращивать красивые перья, но для этого не нужно обладать эстетическим чувством — только грубым инстинктом тела. То, что самки иногда приближаются ко входу в мою галерею и восхищаются моей работой, — лишь счастливая случайность, и было бы оскорбительно думать, что я творю, чтобы размножаться. Мы живем в постфрейдистскую, постмодернистскую эру, когда грубые сексуальные метанарративы уже неуместны для объяснения наших творческих импульсов».

К счастью, шалашники не умеют говорить, и поэтому мы вправе объяснять их искусство половым отбором, не считаясь ни с какими возражениями с их стороны. С человеческими художниками всё несколько сложнее.

(Джеффри Миллер, “The mating mind”)



“We report that male pufferfishes (*Torquigener* sp., Tetraodontidae) constructed large geometric circular structures on the seabed that played an important role in female mate choice. Males dug valleys at various angles in a radial direction, constructing nests surrounded by radially aligned peaks and valleys. “ Kawase H., Okata Y., Ito K., 2013. Role of Huge Geometric Circular Structures in the Reproduction of a Marine Pufferfish // Scientific Reports

Красота и симметрия

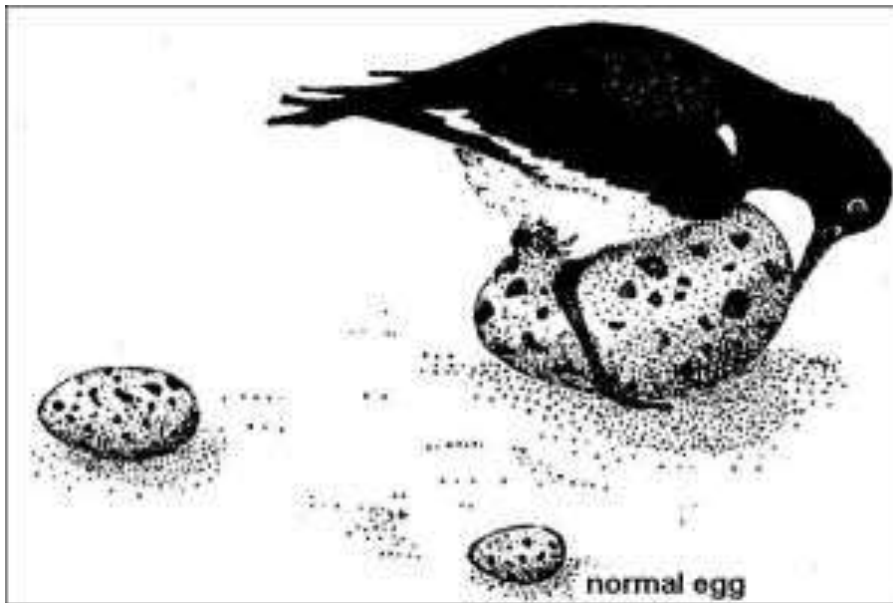
- Симметричные лица кажутся людям всех культур более привлекательными.
- Симметрия лица и тела – хороший индикатор приспособленности (вредные мутации, плохие условия развития ведут к снижению симметричности)
- Возможно, под действием полового отбора симметрия как таковая стала привлекательной для нас (картинка анализируется в мозге по частям, разбирается на отдельные свойства и компоненты).



- Еще одно объяснение: мозгу проще обрабатывать симметричную картинку: быстрее получается удовлетворительная интерпретация/понимание, что и порождает чувство удовольствия

Сверхстимулы

- Сверхстимулы – стимулы, преувеличенные по сравнению с реальностью (с типичными, нормальными стимулами). Могут сильнее воздействовать на психику, чем «естественные» возбудители. Поскольку в норме животные не сталкиваются с такими стимулами, верхнего предела возбудимости может не быть (это не вредит). Это можно использовать для манипулирования.



Кулик-сорока предпочитает поддельное огромное яйцо настоящему.



Гнездовой паразитизм (воловья птица *Molothrus ater*)

NOTE

BETLES ON THE BOTTLE: MALE BUPRESTIDS MISTAKE STUBBIES FOR FEMALES (COLEOPTERA)

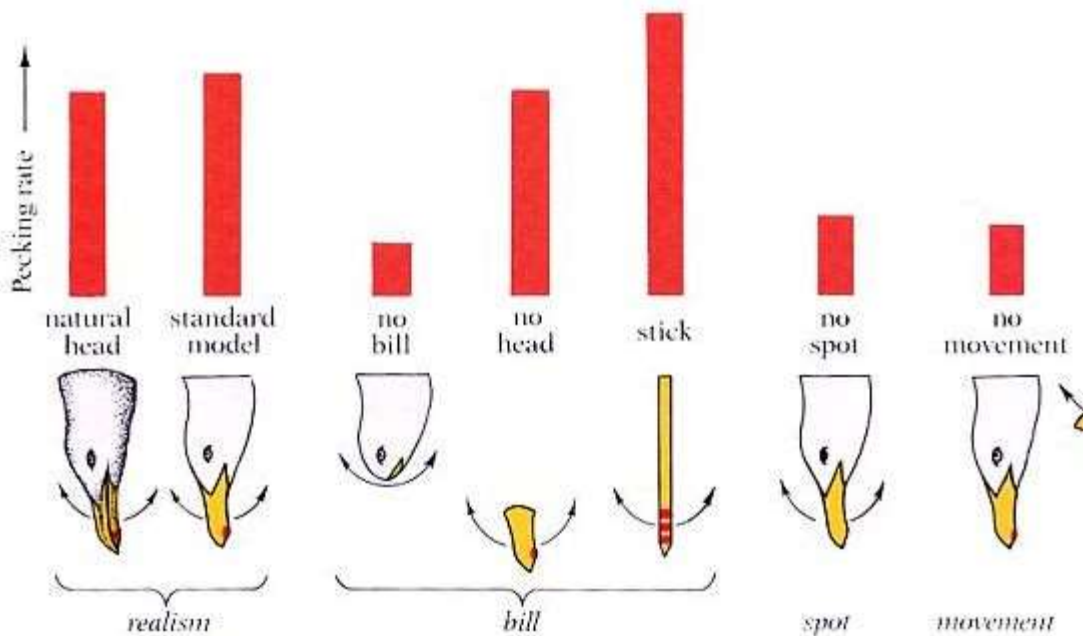
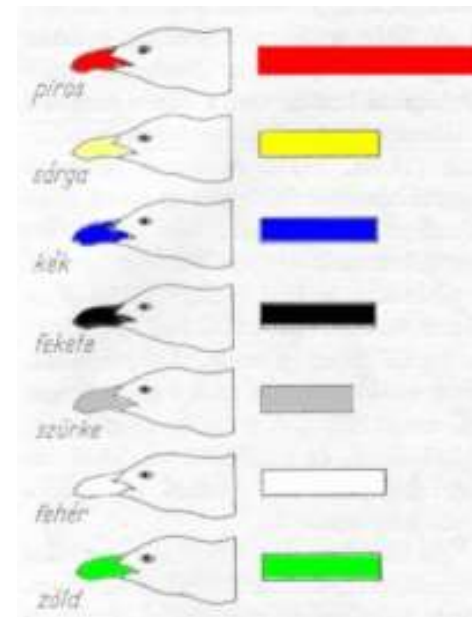
D. T. GWYNNE and D. C. F. RENTZ

*Department of Zoology, University of Western Australia, Nedlands, 6009, W.A.
CSIRO Division of Entomology, P.O. Box 1700, Canberra City, 2601, A.C.T.*

Abstract

Male *Julodimorpha bakewelli* White were observed attempting to copulate with beer bottles. Colour and reflection of tubercles on the bottle glass are suggested as causes for attraction and release of sexual behaviour.





Опыты Н. Тинбергена и др. Птенец чайки охотнее клюет красную модель клюва, чем «реалистичную» желтую. Палочка с тремя красными точками эффективнее, чем реальный стимул.

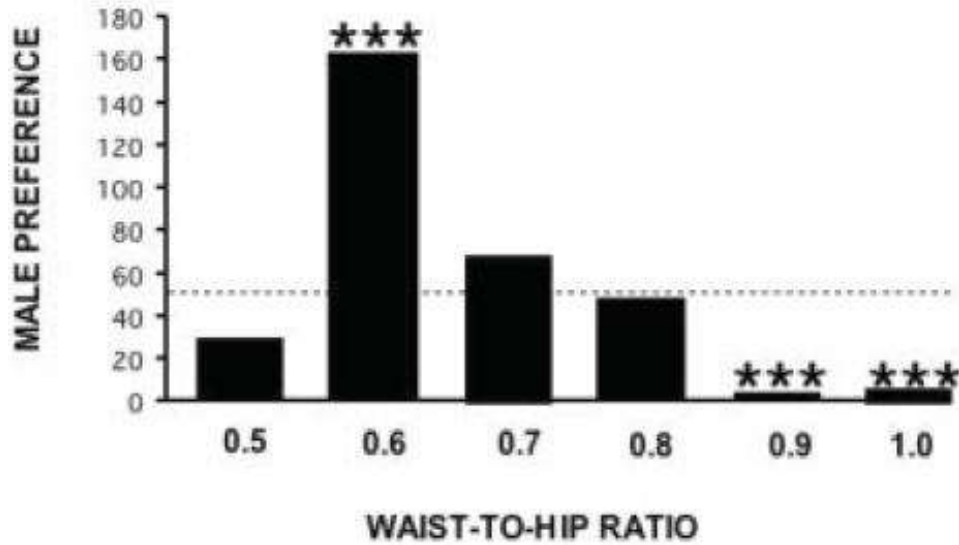
Примеры сверхстимулов



0 1 cm

Калейдоскоп: сверхстимул,
воздействующий на систему
восприятия симметрии?

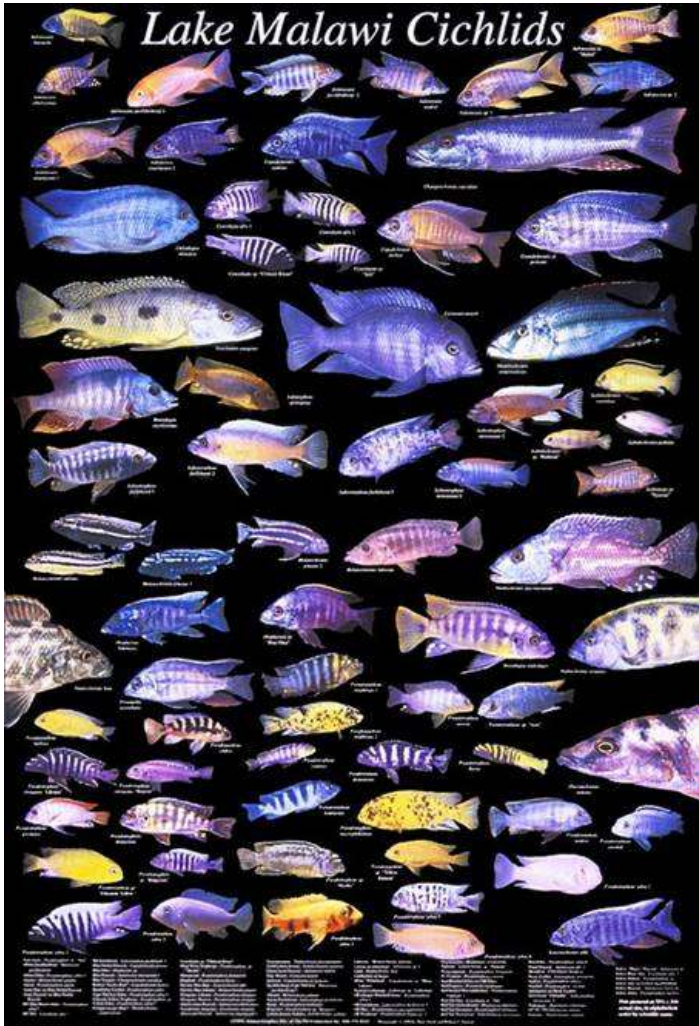
Преувеличенные черты
женственности у палеолитических
Венер



Dixon, B. J., Dixon, A. F., Li, B., and Anderson, M. J., Studies of human physique and sexual attractiveness: sexual preferences of men and women in China, *Am J Hum Biol*, 19, 88 (2007).

Сенсорное смещение (sensory bias)

- «Сенсорное смещение» (sensory bias, sensory drive): особенности сенсорной системы (например, сложившаяся в ходе эволюции повышенная чувствительность к определенным цветам или звукам) определяют направленность полового отбора (и развития искусства).



У цихлид больших африканских озер брачные наряды коррелируют с особенностями цветовосприятия

Восстановление трихроматического зрения у обезьян

- Способность различать цвета определяется светочувствительными белками колбочек — опсинами, которые могут быть «настроены» на световые волны разной длины
- Еще до выхода на сушу у позвоночных развилось тетрахроматическое зрение (4 опсина).
- Предки млекопитающих утратили два опсиновых гена в связи с «уходом в ночь». Дихроматич. зрение.
- Обезьяны: дневной образ жизни + необходимость хорошо отличать красное от зеленого.
- У узконосых — дупликация одного из двух сохранившихся опсиновых генов + положит. отбор.
- У некоторых широконосых — хотя дупликации не произошло, третий опсин появился как аллельный вариант. В X-хромосоме, поэтому трихроматы — только самки, и то не все (гетерозиготы)



How the spectrum looks to dogs and people

The Dog's View

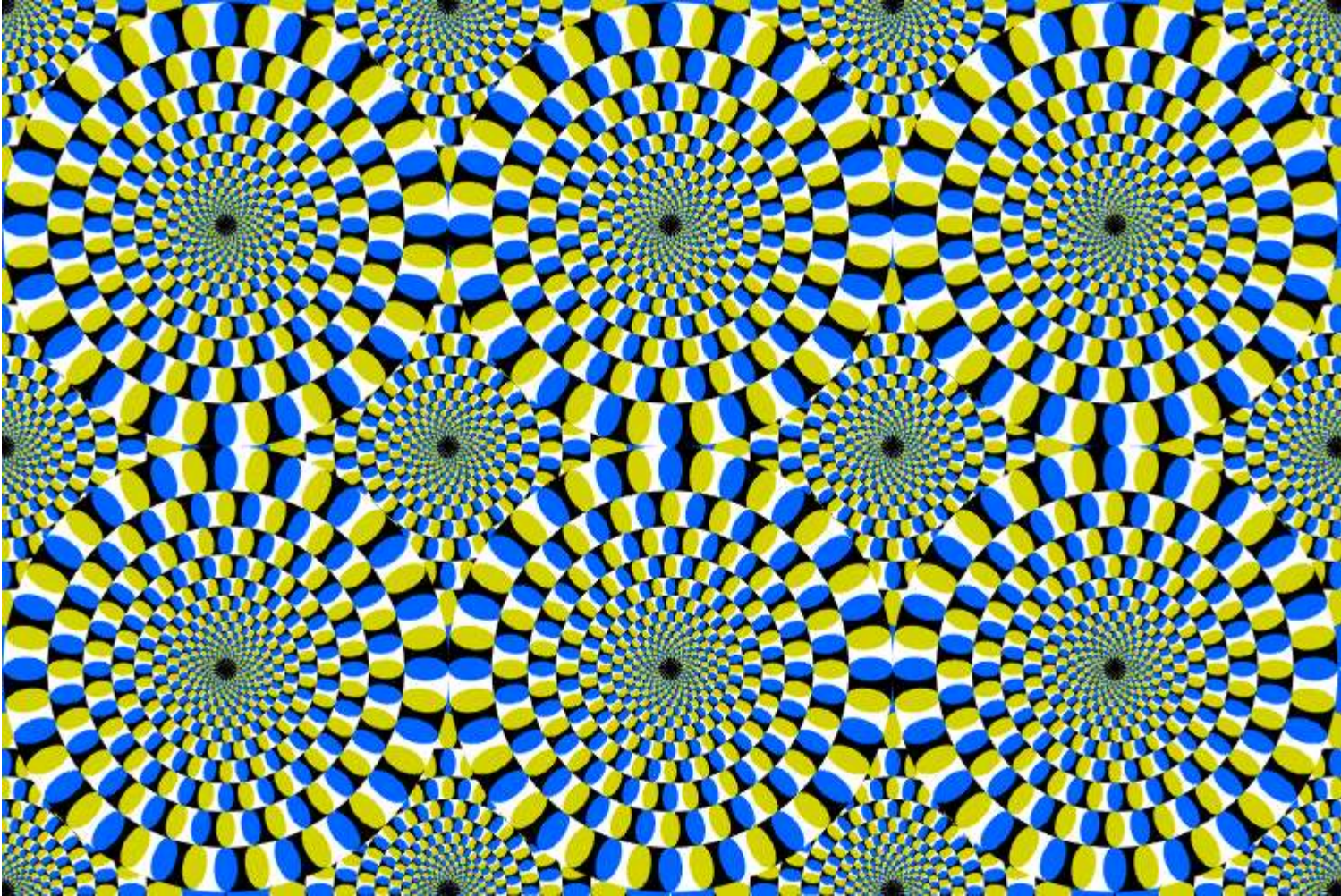


The Human's View



Мандрил (*Mandrillus sphinx*)



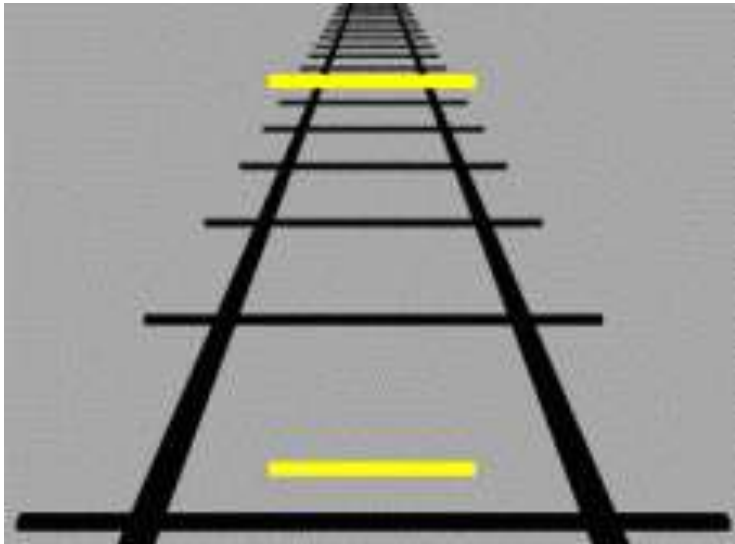




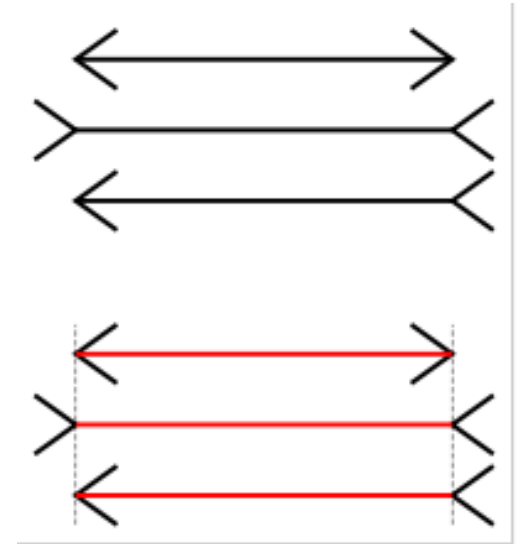
Кошка играет с оптической иллюзией «крутящиеся змеи»

Пример, показывающий, что не только органы чувств, но и системы обработки поступающих сигналов (анализа изображения и т.д.) у человека и др. животных сходны. Это помогает понять «сходство эстетических предпочтений», например, у людей, птиц, бабочек (яркие цвета, контрастный рисунок – привлекают внимание, т.е. «привлекательны»)

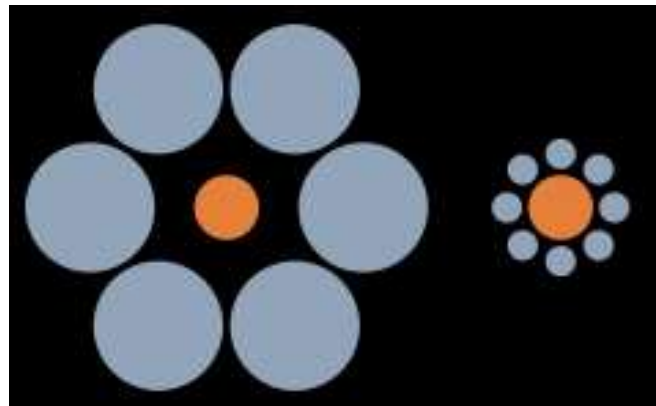
Примеры иллюзий, воспринимаемых одинаково людьми и многими другими животными



Иллюзия Понцо

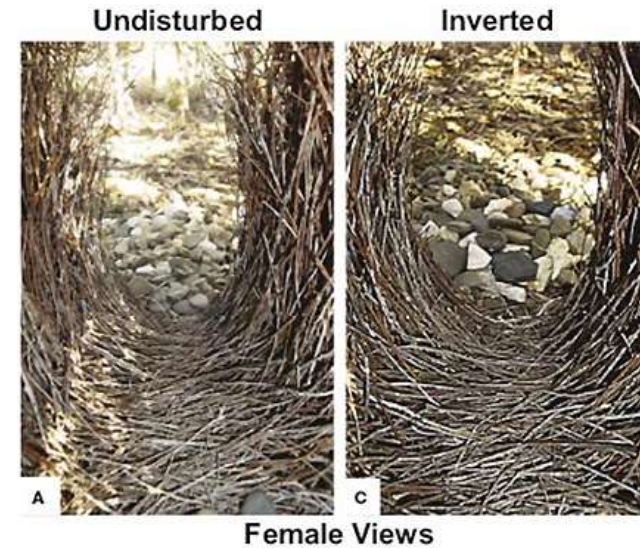


Иллюзия Мюллера-Лайера

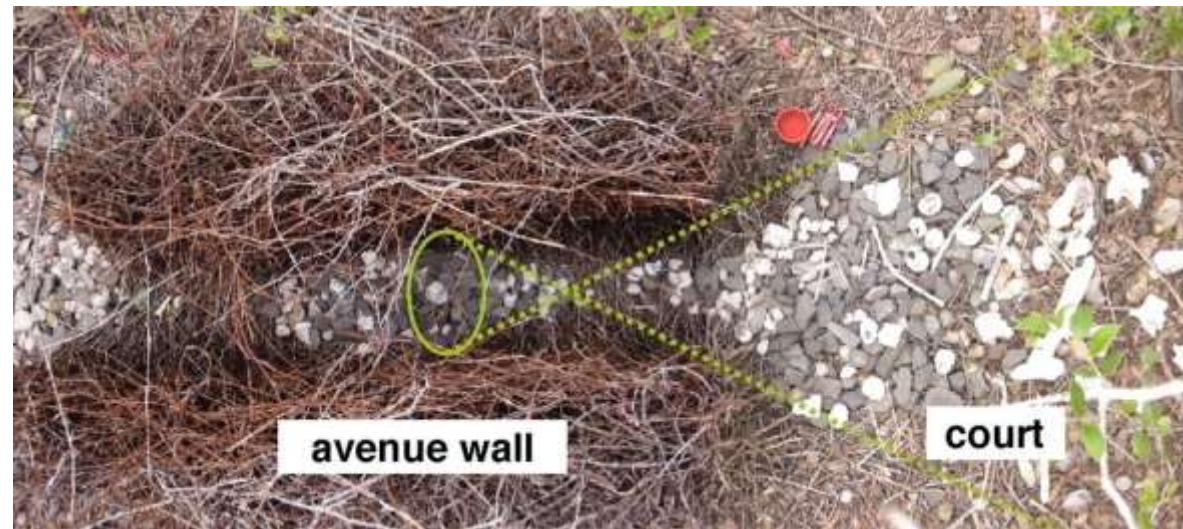


Иллюзия Эббингауза

Использование оптических иллюзий



Самцы больших серых шалашников (*Ptilonorhynchus nuchalis*) на площадке перед галереей раскладывают камушки по размеру, что создает для самки искаженную перспективу (ухажер кажется ей крупнее, чем на самом деле)



John A. Endler, Lorna C. Endler, Natalie R. Doerr. Great bowerbirds create theaters with forced perspective when seen by their audience // Current Biology. 2010





Uzbek Welsh West African Vietnamese Chinese Hungarian Japanese Korean Puerto Rican Spaniard



Thai African American Afghan Central African Burmese Cambodian English Ethiopian Filipino Swedish



Finnish French German Greek Indian Iranian Irish Israeli Italian Swiss

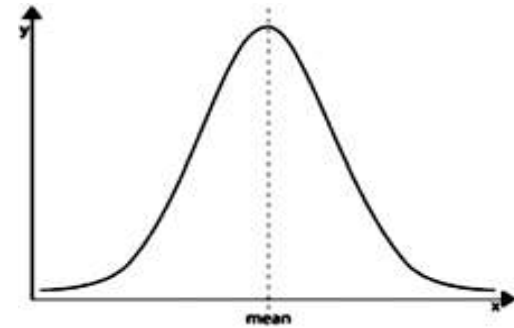


Mexican Latvian/Lithuanian Mongolian Peruvian Polish Romanian Russian Samoan South African Taiwanese

Почему усредненные лица кажутся самыми красивыми?

Возможные объяснения:

- 1) Потому что они более симметричны.
- 2) Потому что сглаживаются индивидуальные несовершенства.
- 3) Потому что близость к популяционному среднему сигнализирует о низкой отягощенности вредными мутациями.
- 4) Возможная обратная связь: привлекательные люди в силу своей привлекательности оставляют больше потомства, поэтому и популяционное среднее смещается туда, где выше привлекательность.
- 5) Усредненное лицо отражает «моду», т.е. общие представления о красоте, характерные для данной популяции в данный период. Выбирать таких партнеров выгодно из-за «фишеровского» механизма: дети получатся более привлекательными.





Представления о красоте могут сильно различаться в разных культурах

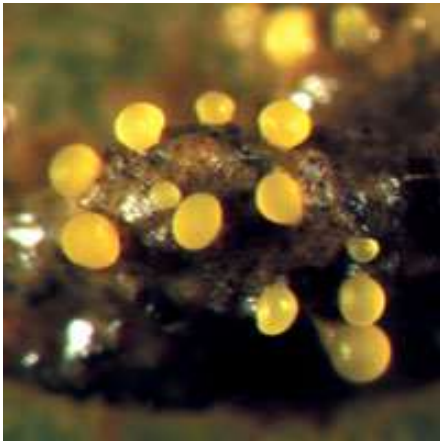
Дарвин предполагал, что межрасовые различия во многом объясняются половым отбором



У некоторых слабых (в военном отношении и др.) племен экстравагантные представления о красоте защищают от сильных соседей (их женщины непривлекательны для чужаков). Потенциально – репродуктивная изоляция.

ЭВОЛЮЦИОННАЯ ЭТИКА

Эволюция кооперации и альтруизма





Zwei Dinge erfüllen das Gemüt mit immer neuer und zunehmender Bewunderung und Ehrfurcht, je öfter und anhaltender sich das Nachdenken damit beschäftigt: Der bestirnte Himmel über mir, und das moralische Gesetz in mir.

Две вещи наполняют душу всегда новым и все более сильным удивлением и благоговением, чем чаще и продолжительнее мы размышляем о них, — это звездное небо надо мной и моральный закон во мне.

Иммануил Кант (1724-1804)

Череп беззубого старика из Дманиси (~1.7 млн. лет)
– возможно, древнейшее свидетельство
альтруистического поведения гоминид



- Альтруизм (лат. Alter — другой) в этике — нравственный принцип, предписывающий бескорыстные действия, направленные на благо других людей; Способность приносить свою выгоду в жертву ради общего блага.
- В биологии: поведение, ведущее к повышению приспособленности (репродуктивного успеха) других особей в ущерб своим собственным шансам на успешное размножение.

- «Альтруизм» в биологии: поведение, ведущее к повышению приспособленности (репродуктивного успеха) других особей в ущерб своим собственным шансам на успешное размножение.
- Так удобно говорить, потому что естественный отбор автоматически (по определению) способствует росту приспособленности. Поэтому организмы неизбежно приобретают такой вид и строение, **как будто** у них есть «цель» или «корыстный интерес»: оставить побольше жизнеспособных потомков.
- А если организм вдруг начинает вести себя так, как будто он жертвует этим своим «корыстным интересом» ради интересов другого организма, то это, по аналогии, удобно называть «альтруизмом».
- «Альтруизм» в биологии – конечно, метафора, а не строгий термин. Можно вместо этого говорить, например: *«поведенческий или иной признак, повышающий приспособленность других особей ценой снижения приспособленности особи, обладающей этим признаком»*. Но это долго и скучно.

В чем проблема?

- Естественный отбор способствует росту приспособленности. Казалось бы, в результате должны развиваться только «эгоистичные» адаптации. Как же тогда в ходе эволюции могут развиться признаки, снижающие приспособленность особи?
- Проблема исчезает, если вспомнить, что отбор может действовать на разных уровнях (генов, особей, групп...). И мы должны отдавать себе отчет в том, о каком уровне мы говорим в каждом конкретном случае. Да, естественный отбор способствует росту приспособленности. Но чьей? Группы? Особи? Гена?

ТЕОРИЯ РОДСТВЕННОГО ОТБОРА (kin selection)

«Эгоизм» на уровне гена может вести к «альтруизму» на уровне организма

- На уровне аллелей альтруизма быть не может. Аллель, помогающий за свой счет распространяться конкурирующим аллелям, будет просто вытеснен из генофонда и исчезнет. Ген всегда «эгоистичен».
- На уровне организма возможен альтруизм, который фактически является проявлением «генетического эгоизма».
- Это возможно, поскольку аллель – не единичный объект. У всех его копий, присутствующих в генофонде, «корыстный интерес» один и тот же, **общий**.
- Аллелю как множественному объекту иногда бывает выгодно пожертвовать одной-двумя своими копиями, чтобы дать преимущество другим своим копиям, заключенным в других организмах (**теория родственного отбора**).

Соотношение «интересов» групп, особей и генов в ходе развития адаптаций

Интересы группы	Интересы особи	Интересы гена	Результат	Пример
+	+	+	Большинство адаптаций	Защитная окраска
+	-	+	Альтруизм	Забота о родственниках
-	+	+	Эгоизм, вредный для группы	Инфантицид
-	-	+	«Эгоистичные гены»	tr-, нарушители мейоза, МГЭ, вирусы...

Остальные четыре варианта **невозможны** (не будут развиваться). Ведь если признак «не в интересах» генов, обеспечивающих его развитие, то эти гены («гены данного признака») будут исчезать из генофонда, проигрывая в конкуренции своим аллелям – «генам отсутствия данного признака». Следовательно, «гены признака» исчезнут, а с ними и признак.

До тех пор, пока генетическая наследственность остается единственным способом **запоминания** результатов эволюции, устойчивое сохранение признаков, противоречащих интересам генов, невозможно. Это становится возможно только с появлением нового типа репликаторов (мемов) и нового типа негенетической (культурной) наследственности – и, соответственно, нового типа эволюции. Уже не биологической, а культурной.

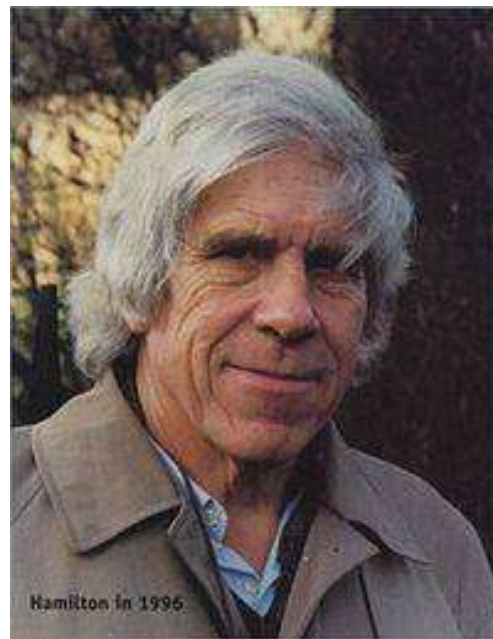
Создатели теории родственного отбора



Рональд Фишер
(1890-1962)



Джон Холдейн
(1892-1964)



Уильям Гамильтон
(1936-2000)

*«Я бы отдал жизнь за двух братьев или восьмерых кузенов»
(Дж. Холдейн)*

Правило Гамильтона:

«Ген альтруизма» будет поддержан отбором и распространится в популяции, если

$$RB > C$$

- R - степень генетического родства «жертвователя» и «принимающего жертву»
- B – репродуктивное преимущество, полученное адресатом альтруистического акта
- C – репродуктивный ущерб, нанесенный «жертвователем» самому себе

Если от акта альтруизма выигрывает не одна, а несколько особей:

«Ген альтруизма» будет поддержан отбором и распространится в популяции, если

$$NRB > C$$

- N – число «принимающих жертву»

отдать жизнь за двух братьев: $2(\text{брата}) \times 0.5(\text{степень родства у братьев}) \times 1 = 1$
за восьмерых кузенов: $8 \times 0.125 \times 1 = 1$

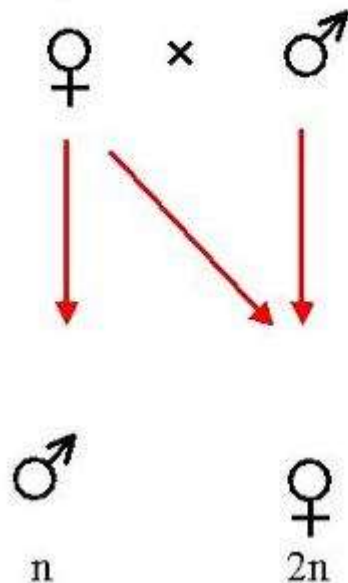




Перепончатокрылые – группа, в которой эволюция альтруизма зашла особенно далеко (эусоциальность у многих представителей)

Гаплодиплоидная детерминация пола

$$NRB > C$$



В отряде перепончатокрылых у родных сестер $R=3/4$, тогда как у большинства других животных у сестер $R=1/2$ (так же, как у родителей и их детей).

Поэтому самкам перепончатокрылых, при прочих равных, **выгоднее выращивать сестер, чем дочерей.**

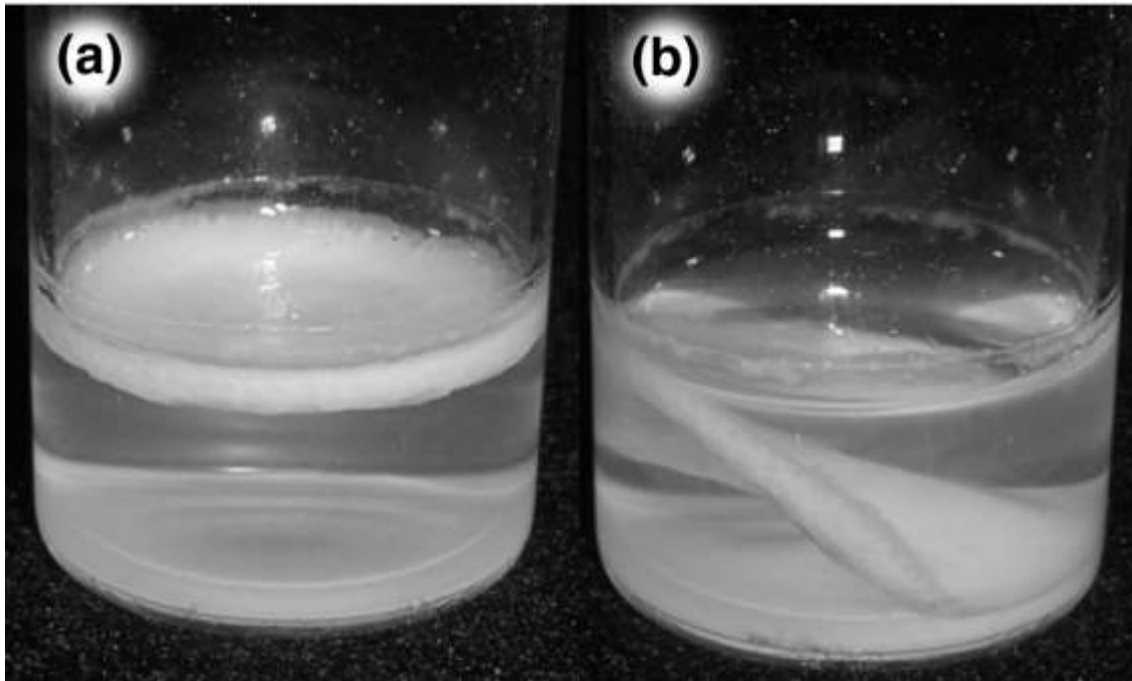


Эволюция «альтруистов» и «обманщиков» в пробирке:
опыты Пола Рейни с бактерией *Pseudomonas fluorescens*



Pseudomonas fluorescens

() Эволюция «альтруистов» и «обманщиков» в пробирке: опыты Пола Рейни с бактерией *Pseudomonas fluorescens*

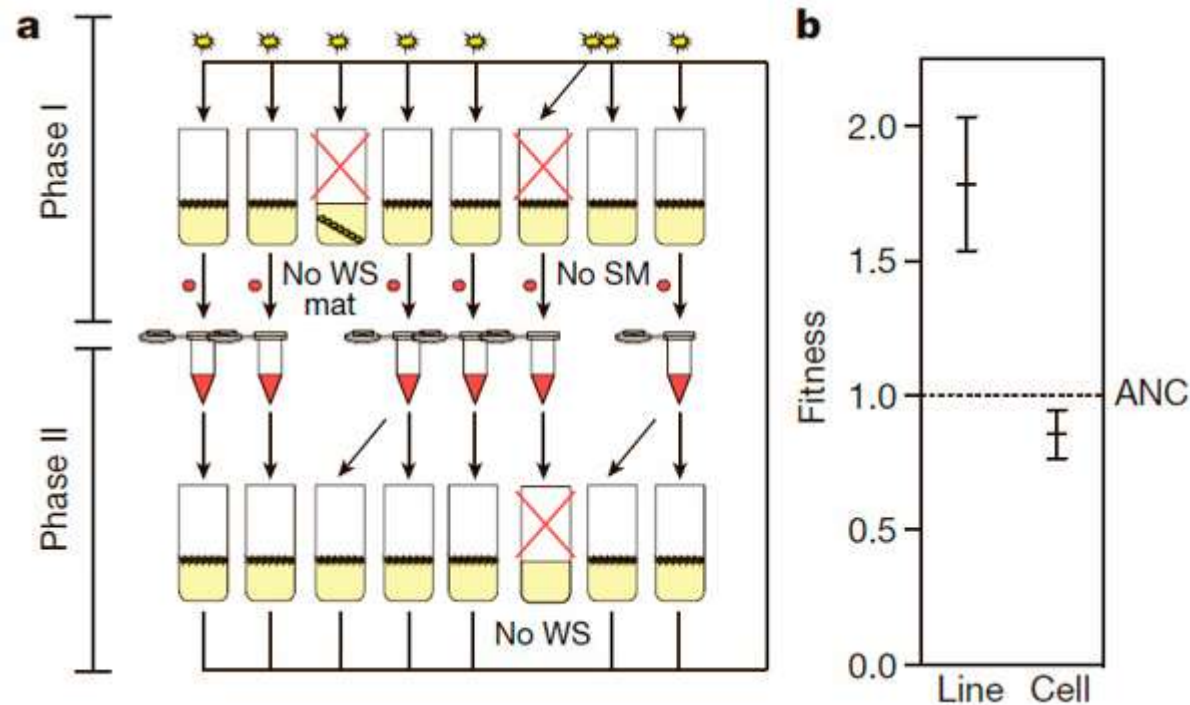


Колония бактерий *Pseudomonas fluorescens* (мутантов, производящих «клей») на поверхности питательной среды

Размножение «обманщиков» (обратных мутантов) приводит к тому, что колония разрушается и ТОНЕТ (из Nadell et al., 2008)

- Сначала развиваются как одиночные клетки.
- Когда остается мало кислорода, преимущество получают мутанты, выделяющие «клей». Группы таких бактерий склеиваются и всплывают на поверхность, где кислорода больше.
- В колониях появляются «обманщики» - обратные мутанты, которые не производят клей, но пользуются преимуществами жизни в группе.
- Ничто не препятствует размножению обманщиков, поэтому колония в конце концов разрушается.
- Дальнейшее развитие кооперации оказывается невозможным из-за социального паразитизма.

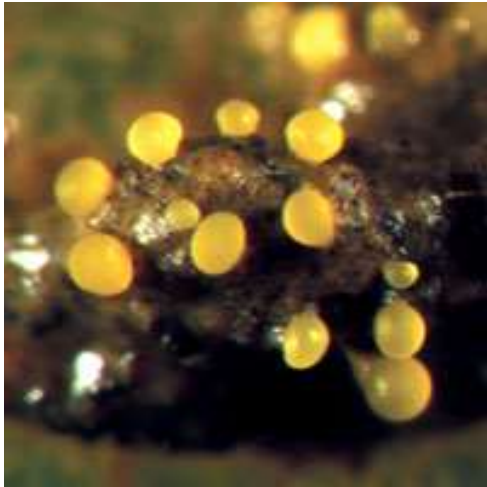
Впрочем, путем искусственного отбора за полгода удалось вывести:



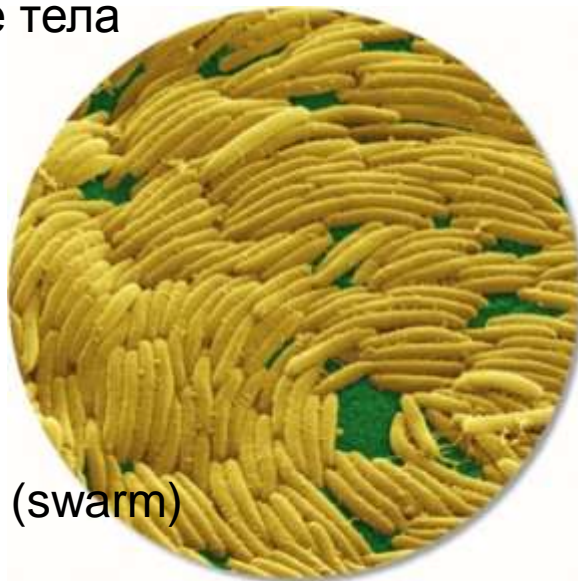
a — схема эксперимента: в каждую пробирку сажали клетку, производящую клей («коллективиста»). Ее деление вело к формированию плавающих колоний (WS, 'wrinkly spreader'; черные полосы в пробирках), а также к появлению мутантов — «обманщиков» (SM, 'smooth'; красные точки), способных к быстрому делению. Через 6 дней из массы клеток выбирали обманщиков и пересаживали в новую среду. Те пробирки, где таких клеток не было, выбраковывались, также как и линии, где не сформировались плавающие колонии. Во время второй фазы эксперимента (3 дня) обманщики должны были быстро произвести мутантов-коллективистов, которые бы сформировали колонии. Клетки из этих новых колоний становились прародителями следующих линий в новом цикле. **b** — оценка приспособленности отдельных клеток в колонии (Cell) и целой колонии (Line) по отношению к прародителям (ANC): приспособленность всей колонии выросла, отдельных клеток — упала.

1. линии, способные ограничивать размножение обманщиков,
2. линии с повышенной частотой «переключения» в обе стороны – развился механизм генной регуляции (это была имитация появления многоклеточного организма, в котором «честные» клетки играют роль соматических, а «обманщики» - генеративных)

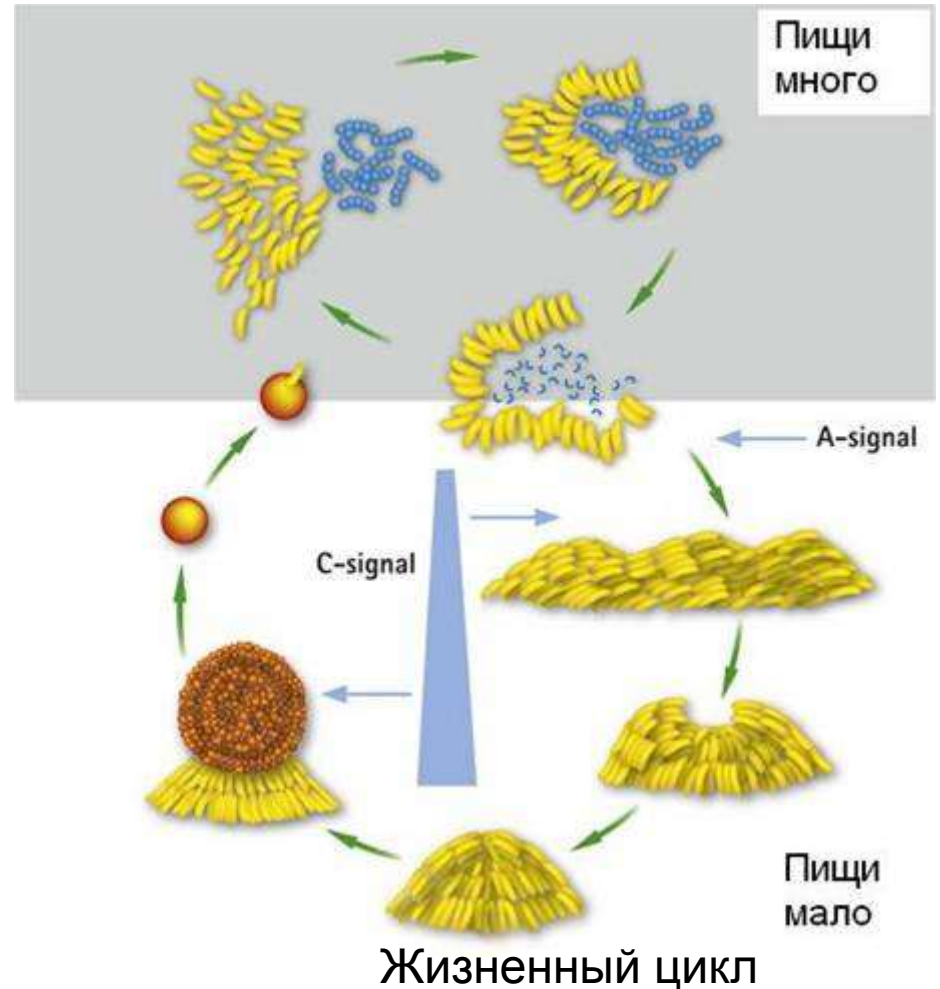
Альтруисты и обманщики у бактерий *Mycobacterium xanthus*



Плодовые тела

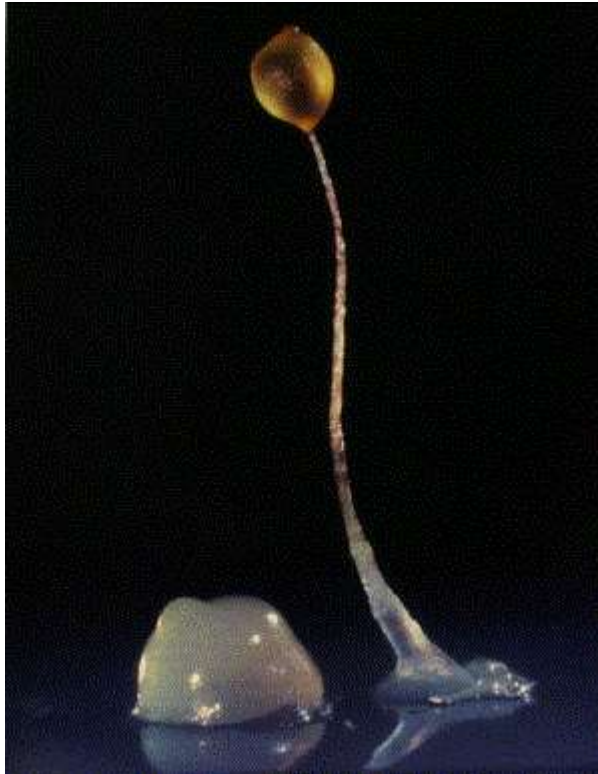


Скопление (swarm)

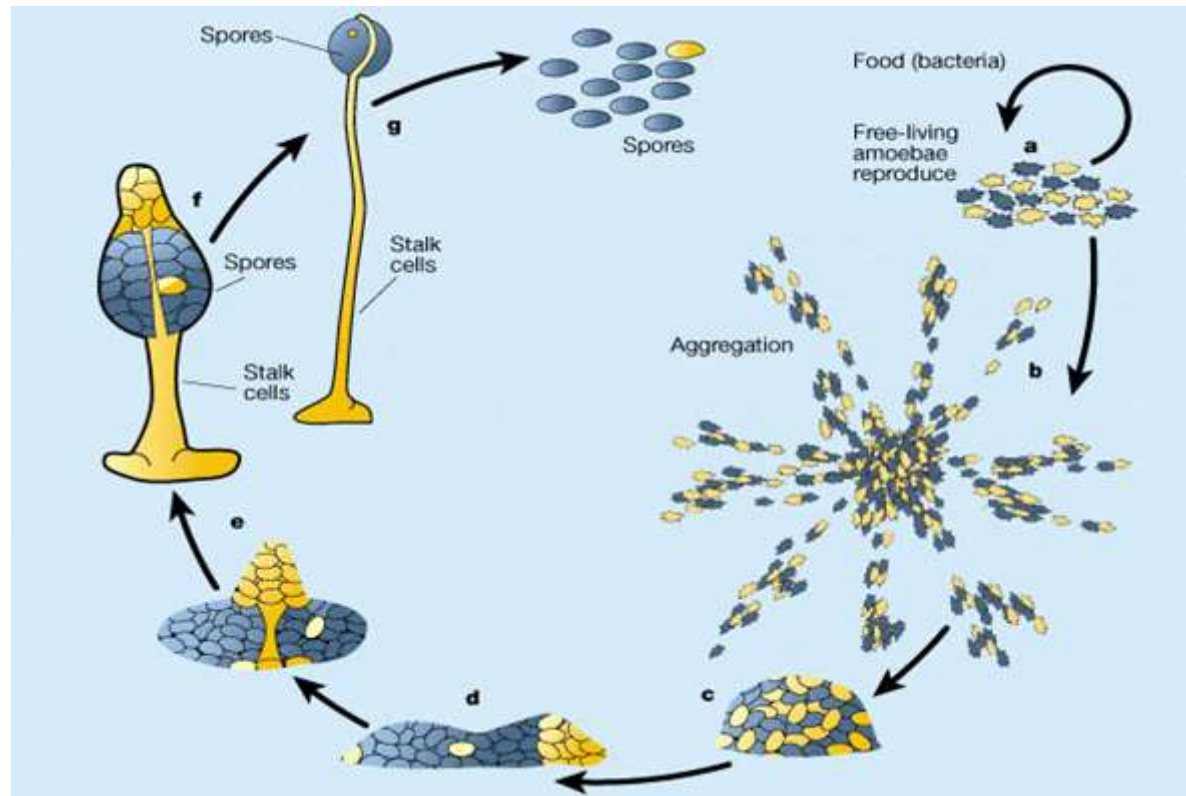


- Социальный паразитизм (free rider problem) – главное препятствие на пути развития кооперации.
- В смешанных культурах миксококков доля «обманщиков» неуклонно растет, культура деградирует и погибает.
- Однако у «честных» иногда появляются мутации, позволяющие прогонять «обманщиков», не принимать их в свое скопление.
- У «обманщиков», в свою очередь, отбор поддерживает мутации, помогающие преодолеть защитные механизмы «честных».
- Нескончаемая эволюционная гонка вооружений.

Социальный паразитизм у амёб *Dictyostelium*



Амёбы *Dictyostelium* при недостатке пищи собираются в многоклеточные агрегаты, из которых затем образуются плодовые тела на длинной ножке.



Синие — «обманщики», желтые — «честные». **a** — при избытке пищи амёбы живут поодиночке, размножаются делением; **b–c** — при недостатке пищи амёбы собираются в скопления. **d** — образуются многоклеточные агрегаты, которые могут ползать на манер слизней; **e–g** — «Слизень» превращается в плодовое тело. Видно, что «обманщики» захватили лучшие места в плодовом теле и превратились в споры, предоставив работу по созданию ножки «честным».

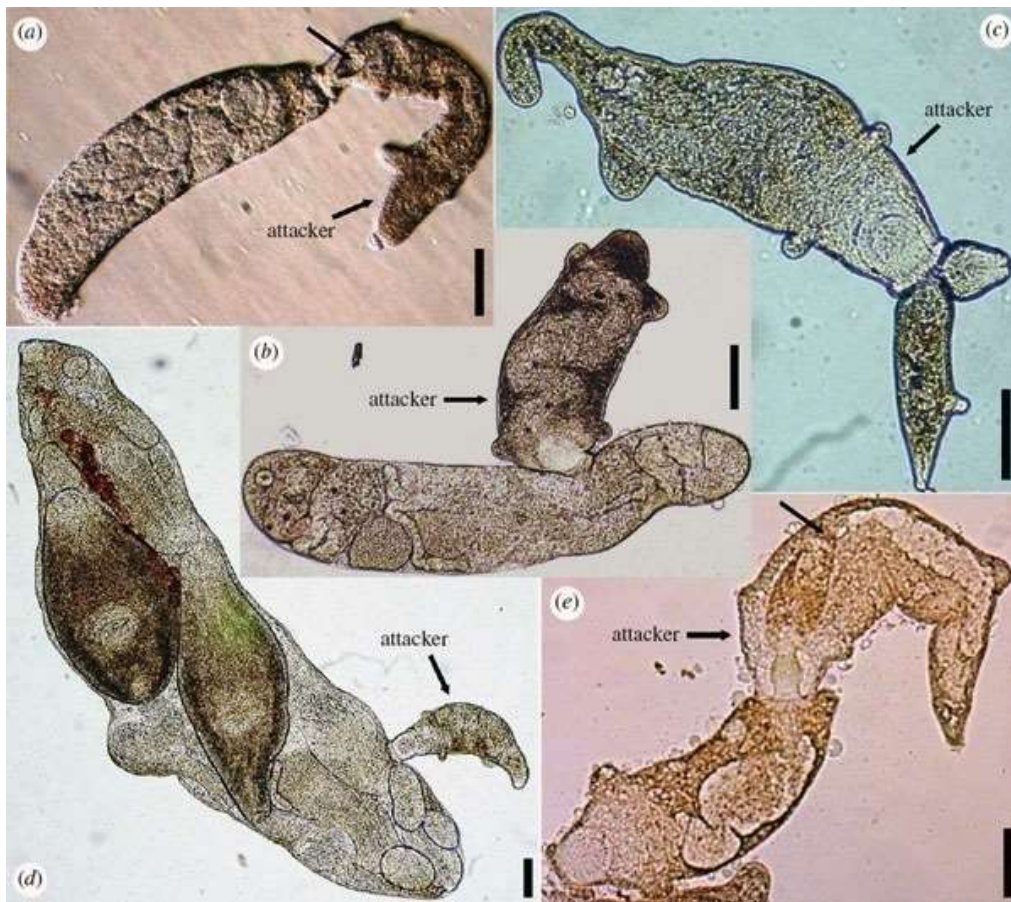
Два способа перехода к МНОГОЛЕКТОЧНОСТИ

- В многоклеточном организме одни клетки (соматические) проявляют альтруизм, отказываясь от собственного размножения ради других (половых клеток).
- Есть два способа создания многоклеточного организма: 1) из скопления разнородных клеток, 2) из потомков одной клетки.
- Первый способ оказался тупиковым: «получаются» в лучшем случае простые плазмодии и плодовые тела.
- Все сложные многоклеточные организмы в ходе эволюции произошли вторым способом.
- Почему?

Лучший способ не допустить появления обманщиков – свести генетическое разнообразие к нулю (чтобы R было равно 1)

- Эволюция неоднократно «пыталась» создать многоклеточный организм из социальных бактерий (таких как *Mycococcus*) и одноклеточных эукариот (таких как *Dictyostelium*). Но эти попытки оказались неудачными (из-за обманщиков).
- Настоящие сложные многоклеточные организмы получились только из клонов – потомков одной клетки с $R=1$.

Эусоциальность у паразитических червей (трематод)



«Солдаты» сосальщика *Himasthla* нападают на конкурентов, относящихся к другим видам сосальщиков или к другому клону того же вида. Атакующие солдаты помечены стрелочками с подписью «attacker».

Эусоциальность (высшая форма социальности, при которой часть особей полностью отказывается от размножения) обнаружена у сосальщиков *Himasthla*, паразитов морской улитки. В теле моллюска паразиты размножаются бесполом путем, образуя клоны ($R=1$). Особи делятся на две касты: крупных «цариц» и мелких, неспособных к размножению «солдат». Солдаты блюдают интересы клона, нападая на конкурентов — других паразитов, пытающихся проникнуть в улитку, в том числе на представителей других клонов того же вида сосальщиков.

Hechinger R.F., Wood A.C., Kuris A.M., 2010. Social organization in a flatworm: trematode parasites form soldier and reproductive castes // Proceedings of the Royal Society B.

Эусоциальность у тлей



Личинка златоглазки
поедает тлю



Тли-солдаты *Tuberaphis styraci*
атакуют личинку златоглазки

У некоторых тлей самка, размножающаяся партеногенетически, производит два типа генетически идентичных ($R=1$) личинок: обычных, которые будут продолжать род, и «солдат», которые имеют более прочную кутикулу, не размножаются и защищают клон от врагов.

- Тли, у которых нет эусоциальности, при нападении наездника выделяют липкие вещества, что не приносит пользы им самим, но спасает других членов клона. Это поведение усиливается с ростом N (Wu et al., 2010).
- Эусоциальность у термитов: моногамия (поэтому $R=0,5$).
- Забота о потомстве ($R=0,5$)
- В целом, как правило, альтруизм развивается в группах родственных особей, что подтверждает действенность теории родственного отбора.
- Однако не всё можно объяснить этой теорией. Есть и другие факторы, помимо родства, влияющие на вероятность развития альтруизма и кооперации.

Альтруизм у общественных насекомых не бескорыстен



1) Родства недостаточно, чтобы объяснить отказ рабочих особей от откладки собственных яиц: «эгоизм» чаще встречается не там, где ниже степень генетического родства между рабочими в гнезде, а там, где применяются менее жесткие «полицейские» меры (уничтожение незаконных яиц) **(такая «полиция нравов» снижает С: альтруистический отказ от размножения приносит меньше ущерба)**



2) Общественные осы тем охотнее выкармливают сестер, чем ниже их шансы занять место «царицы». Высокоранговые осы, которые с большой вероятностью скоро сами станут матерями, берегут себя и отлынивают от общественно-полезных работ. **Вероятность стать царицей влияет на С: чем выше шансы на «престол», тем дороже обойдется альтруизм (общественно-полезный труд) – величина С растет.**

1) Wenseleers T., Ratnieks F.L.W. Enforced altruism in insect societies // Nature. 2006. V. 442. P. 50.

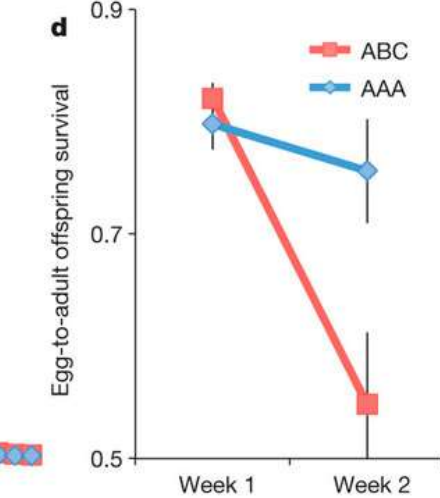
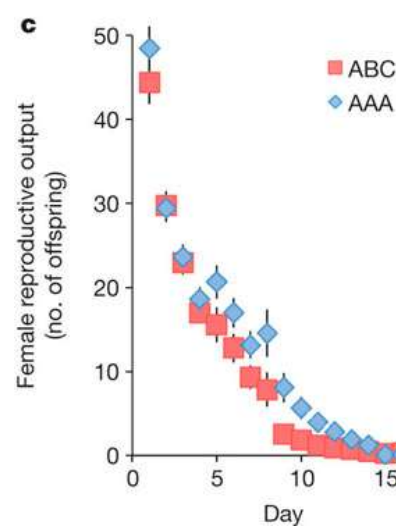
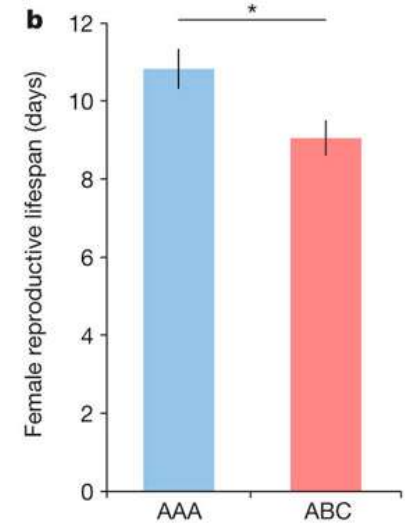
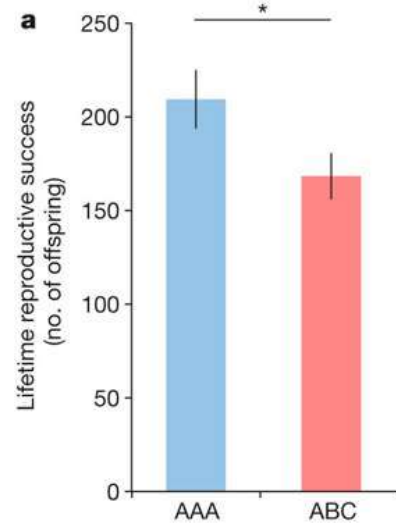
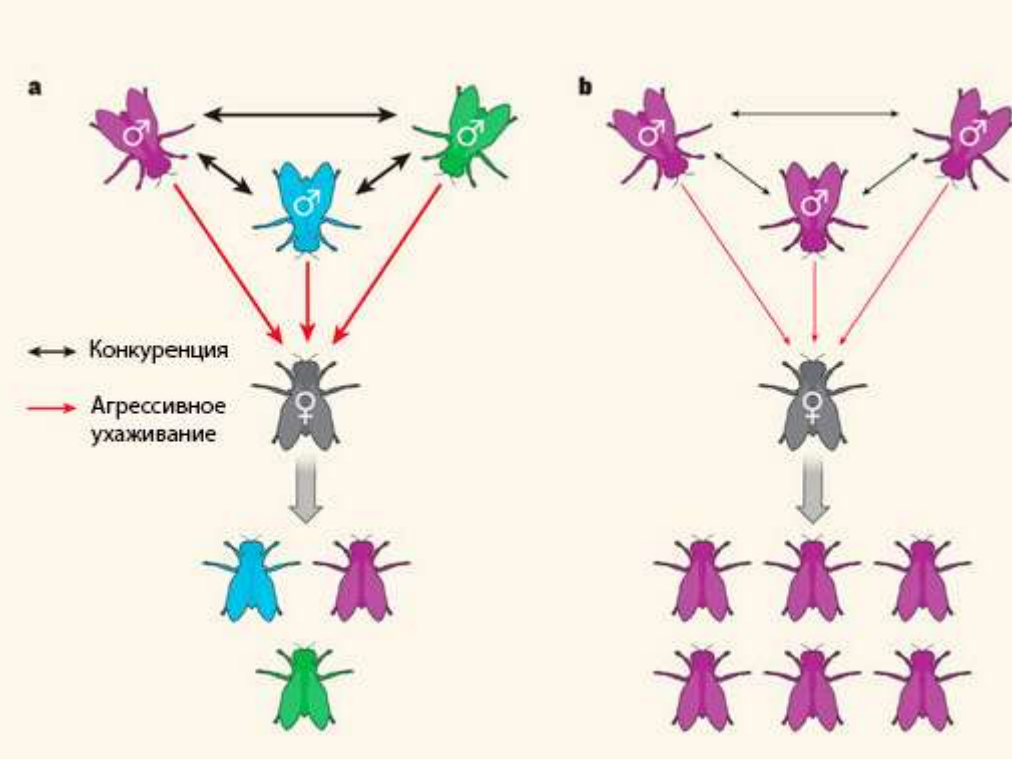
2) Field J., Cronin A., Bridge C. Future fitness and helping in social queues // Nature. 2006. V. 441. P. 214-217.

Родственный отбор против полового

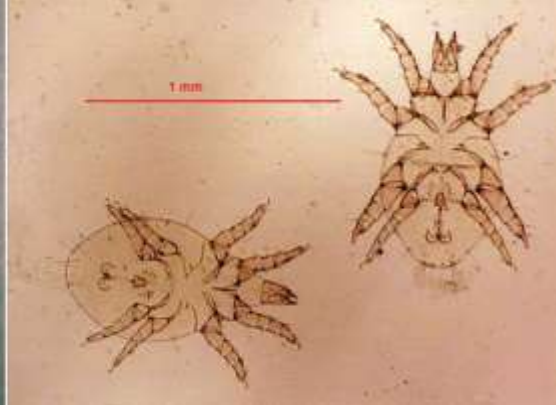
«Конфликт полов»: под действием полового отбора развиваются адаптации, выгодные одному полу, но вредные для другого. Примеры: агрессивное и назойливое ухаживание самцов, токсичные белки-«антиафродизиаки» в семенной жидкости (дрозофилы, корневые клещи)

Теория родственного отбора предсказывает, что высокий уровень внутригруппового родства должен способствовать эволюции кооперации и препятствовать развитию «эгоистичных» адаптаций, повышающих конкурентоспособность индивида в ущерб другим особям.

Это подтвердилось в нескольких экспериментальных исследованиях.



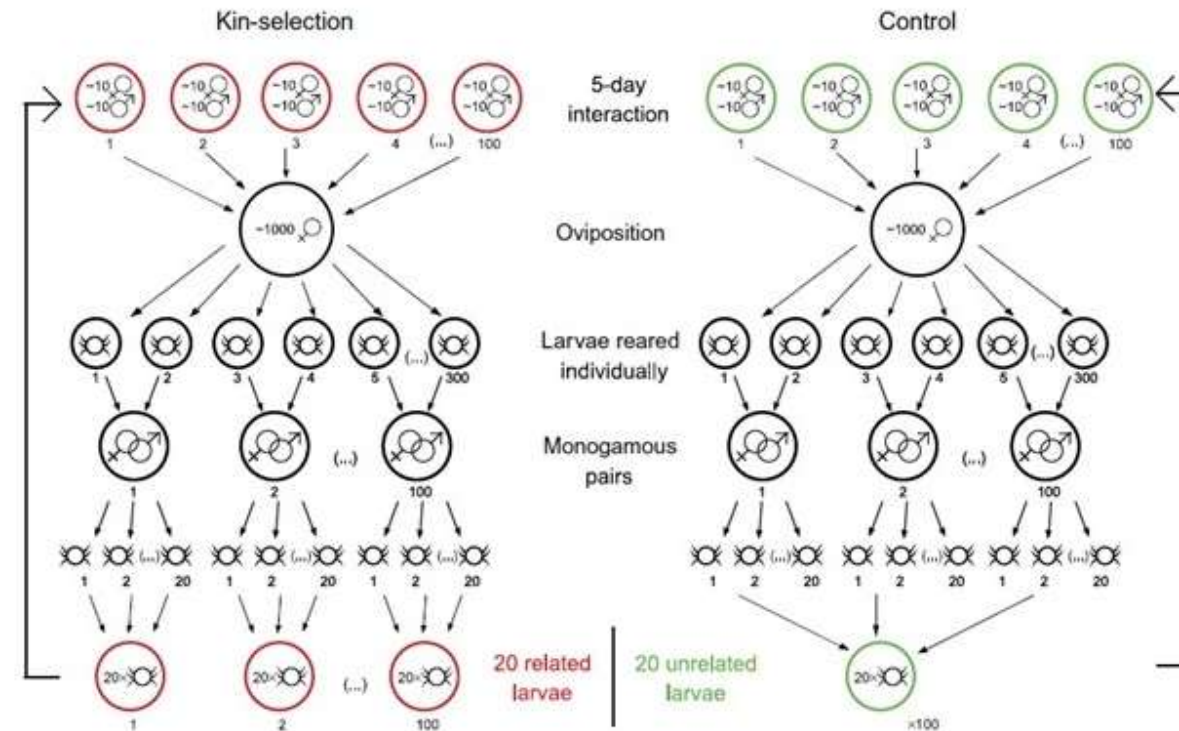
Эксперимент на дрозофилах.
 Три неродственных самца, помещенные в пробирку с самкой, чаще дрались и ухаживали за самкой настойчивее, чем три родных брата в такой же ситуации. Из-за этого в первом случае плодовитость самки быстрее снижалась с возрастом (ускоренное репродуктивное старение), и самка за жизнь оставляла меньше потомков.



Корневой клещ *Rhizoglyphus robini*.

Эволюционный эксперимент:

У клещей, содержащихся в условиях, благоприятных для родственного отбора, всего за 9 поколений острота конфликта полов снизилась. Самцы стали причинять самкам меньше вреда при спаривании, что повысило репродуктивный успех самок.



Łukasiewicz et al., 2017. Kin selection promotes female productivity and cooperation between the sexes // *Science Advances*

Теория группового отбора

- Под «г.о» обычно понимают селективное выживание/размножение целых групп, хотя есть и другие интерпретации (см. учебник А.С.Северцова)
- Классическая т.г.о. предполагает, что признак, вредный для индивида, но полезный для группы, может распространяться просто за счет того, что он полезен для группы (т.к. группы, где много «альтруистов», будут лучше размножаться или реже вымирать).
- Была популярна вплоть до 1970-х годов. Потом пришла в упадок (особенно после книг: Williams G.C., 1966. *Adaptation and Natural Selection*; Dawkins R., 1976. *The selfish gene*). Сейчас наметилось некоторое «возрождение».
- Моделирование показало, что классический г.о. «срабатывает» только в некоторых специфических ситуациях, а в общем случае индивидуальный отбор берет верх над групповым и альтруисты вымирают.
- Показано, что большинство работающих моделей г.о. в действительности сводятся к р.о.

Парадокс Симпсона

(проявляется в одной из тех редких ситуаций, когда г.о. все же работает)

- В каждой отдельной выборке (подгруппе) может наблюдаться нечто прямо противоположное тому, что наблюдается во всех подгруппах в целом.
- Например, новое лекарство в каждом из двух городов, где проводилось тестирование, снизило смертность. Однако при суммировании данных по двум городам оказалось, что лекарство, наоборот, повысило смертность.

Пример парадокса Симпсона

Суммарная статистика:

	Старое лечение	Новое лечение
Умерло	5950	9005
Выжило	5050 (46%)	1095 (11%)

новое лечение хуже??

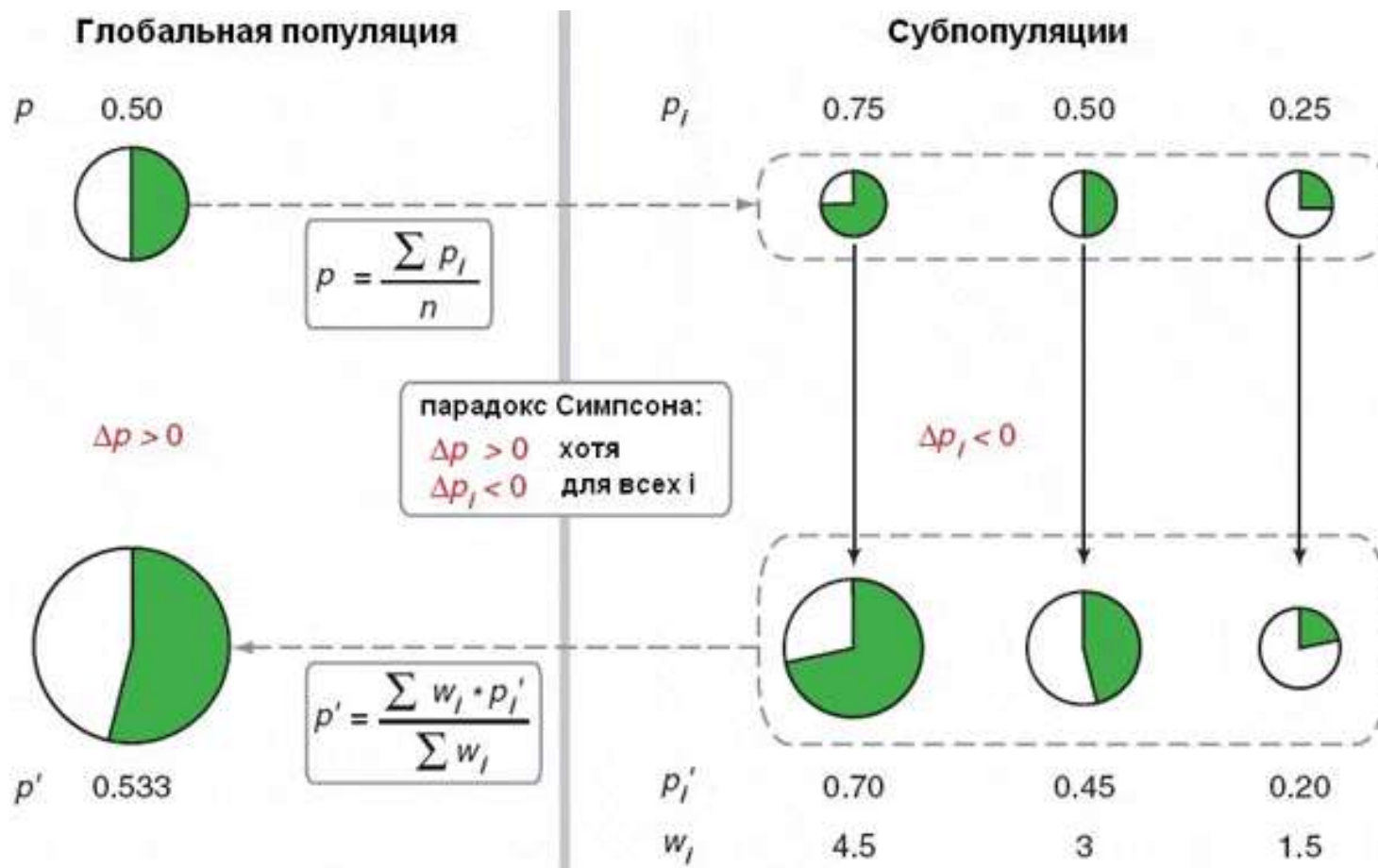
Отдельно по двум городам:

	В городе А		В городе Б	
	Старое	Новое	Старое	Новое
Умерло	950	9000	5000	5
Выжило	50 (5%)	1000 (10%)	5000 (50%)	95 (95%)

новое лечение лучше

новое лечение лучше

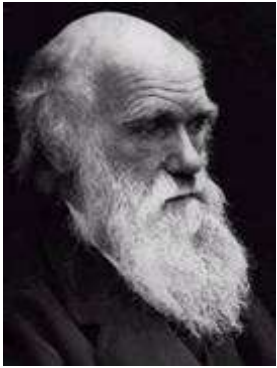
Парадокс Симпсона: при определенных условиях глобальный процент альтруистов в группе популяций может расти, хотя в каждой отдельной популяции он неуклонно снижается.



p — доля альтруистов, w — численность популяции.

Условия, необходимые для того, чтобы сработал парадокс Симпсона

1. Новые популяции должны создаваться очень маленькими группами основателей. Только в этом случае есть шанс, что в некоторых из этих групп процент альтруистов случайно окажется существенно более высоким, чем в родительской популяции (*«эффект основателя»* – одно из проявлений генетического дрейфа)
2. Популяции не должны долго расти в спокойной обстановке. Иначе различия между популяциями с разным процентом альтруистов сгладятся (а если подождать еще дольше, альтруисты вообще вымрут)
 - Если хоть одно из условий не выполняется, альтруисты в итоге вымрут, несмотря на всю пользу, которую они приносят популяции.
 - В природе эти условия едва ли выполняются часто.



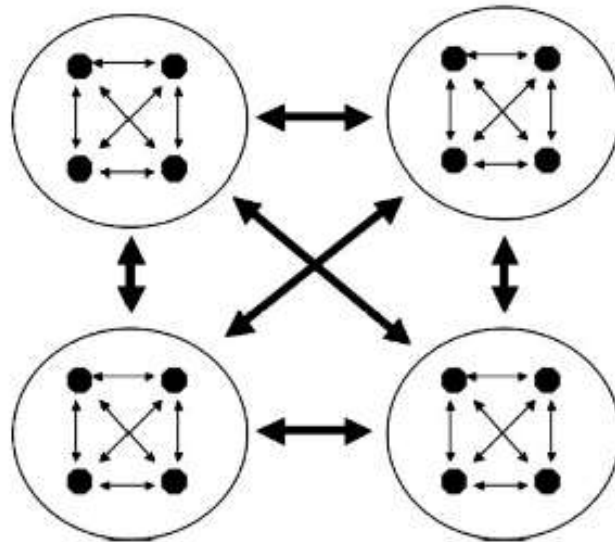
Дарвин об эволюции морали:

«Когда два племени первобытных людей... сталкивались между собой, то племя, которое... заключало в себе большее число храбрых, верных и преданных членов... должно было иметь больше успеха и покорить другое... Но с течением времени оно, как показывает история всех прошедших веков, будет, в свою очередь, покорено каким-либо другим, еще более одаренным племенем. Таким образом общественные и нравственные качества развиваются и распространяются мало-помалу по всей земле »



Это похоже на «наивный групповой селекционизм». Но Дарвин и на этот раз угадал: он привлек для объяснения г.о. **острую межгрупповую конкуренцию или вражду** – фактор, который действительно способен сделать г.о. эффективным.

Межгрупповая конкуренция способствует внутригрупповой кооперации



«Вложенное перетягивание каната». Члены группы соревнуются за свою долю общественного пирога. Размер пирога зависит от успешности группы в соревновании с другими группами. Чем больше сил тратят особи на внутригрупповую борьбу, тем меньше их остается на общественно-полезную деятельность.

Анализ этой модели показал, что **межгрупповая конкуренция может быть мощным стимулом для развития внутригрупповой кооперации даже при низком уровне внутригруппового родства.**

Теория сопряженной эволюции парохимального альтруизма и войн

- Предполагается, что альтруизм у наших предков развился в результате острой межгрупповой конкуренции.
- А. был направлен только на «своих» и развивался в комплексе с враждебностью к чужакам.
- Такой альтруизм называют **парохимальным** (местническим, узким, «только для своих»).
- Мат. модели показывают, что без враждебности к чужим любовь к своим не развивается. Только вместе. Иначе не дает репродуктивного преимущества.
- Получается, что самые лучшие наши качества (доброта, верность и т.п.) могли развиваться только в комплексе с худшими (воинственность, ксенофобия).
- Мы помним, что биология вообще и эволюционная психология в частности **не** отвечают на вопрос, что хорошо, а что плохо. Такие ответы нужно искать в области культурной эволюции, а не биологической.

Межгрупповые войны — причина альтруизма?



Уровень межгрупповой агрессии у палеолитических охотников-собирателей был достаточно высок (**5-30% смертей приходилось на вооруженные конфликты**), чтобы обеспечить распространение генов, ответственных за внутригрупповой альтруизм.

Хотя носители «генов альтруизма» чаще погибали и оставляли меньше потомства по сравнению со своими соплеменниками-эгоистами, «гены альтруизма» всё равно должны были распространяться, если присутствие в племени героев-альтруистов повышало шансы на победу в войне с соседями.

The world seems more violent today than ever before. Yet quantitative studies of body counts, such as the proportion of prehistoric skeletons with axe and arrowhead wounds, suggest that prehistoric societies were far more violent than our own (Pinker, 2007)... Estimates show **that if the wars of the twentieth century killed the same proportion of the population as ancient tribal wars, then the death toll would have been 20 times higher — 2 billion rather than 100 million (Pinker, 2007)**. More recent data also show that violence is decreasing over time. European murder rates have decreased dramatically since the Middle Ages (e.g., Eisner, 2001; Gurr, 1981). For example, **estimated murders in England dropped from 24 per 100,000 in the fourteenth century to 0.6 per 100,000 by the early 1960s**. The major decline in violence seems to have occurred in the seventeenth century during the “ Age of Reason, ” beginning in the Netherlands and England and then spreading to other European countries (Pinker, 2007). Global violence has also been steadily falling since the middle of the twentieth century (Human Security Brief, 2007). For example, **the number of battle deaths in interstate wars has declined from more than 65,000 per year in the 1950s to less than 2,000 per year in the 2000s**. There also are global declines in the number of armed conflicts and combat deaths, the number of military coups, and the number of deadly violence campaigns waged against civilians.

Pinker (2007, p. 18) notes: *Cruelty as entertainment, human sacrifice to indulge superstition, slavery as a labor - saving device, conquest as the mission statement of government, genocide as a means of acquiring real estate, torture and mutilation as routine punishment . . . all were unexceptionable features of life for most of human history. But, today, they are rare to nonexistent in the West, far less common elsewhere than they used to be, concealed when they do occur, and widely condemned when they are brought to light .*

In today’s digital age we certainly are more informed about wars and other acts of violence than in past ages. In the media, if it bleeds it leads. Because violent images are more available to us now than ever before, we might assume that violence levels are also higher. However, while terrible violence still kills thousands or even millions in places like Cambodia, Croatia, Chechnya, and Rwanda, it seems that **over time this planet is actually becoming a less violent place to live**.



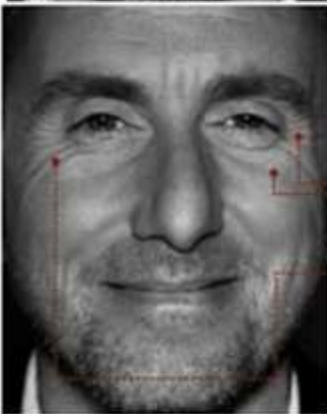
sadness

- ① drooping upper eyelids
- ② losing focus in eyes
- ③ slight pulling down of lip corners



anger

- ① eyebrows down and together
- ② eyes glare
- ③ narrowing of the lips



happiness

- A real smile always includes:
- ① crow's feet wrinkles
 - ② pushed up cheeks
 - ③ movement from muscle that orbits the eye



disgust

- ① nose wrinkling
- ② upper lip raised



surprise

- Lasts for only one second:
- ① eyebrows raised
 - ② eyes widened
 - ③ mouth open



fear

- ① eyebrows raised and pulled together
- ② raised upper eyelids
- ③ tensed lower eyelids
- ④ lips slightly stretched horizontally back to ears

Отвращение – специфическая эмоция *H.sapiens*, почти не развитая у др. животных.

Возможно, изначально выполняла чисто гигиеническую функцию («первичное отвращение»), но может привлекаться для поддержания ксенофобии и п.а.

Отвращение отключает эмпатию и моделирование психики другого человека (theory of mind) и способствует дегуманизации «иных».

6 универсальных эмоций, которые вроде бы по мимике одинаково распознаются людьми всех культур: горе, гнев, радость, отвращение, удивление, страх

Реципрокный (взаимный) альтруизм



Груминг (взаимное выбирание паразитов из шерсти) превратился у обезьян в средство поддержания товарищеских отношений. Стимулирует выделение окситоцина и дружбу.

Стратегия:

Помоги другому, и он в будущем поможет тебе. А если не поможет, то больше ему не помогай (или накажи).

«Золотое правило»
ЭТИКИ:

Поступай с другими так же, как хочешь, чтобы поступали с тобой

Взаимный альтруизм

- Требуется умения выделять из числа сородичей тех, кто зарекомендовал себя как эгоист, и не иметь с ними никаких дел. Для этого нужен неплохой социальный интеллект и память.
- Так достигаются сразу две цели: эгоизм оказывается «наказан» (снижается выгодность эгоистического поведения), а особь, избегающая общения с эгоистами, повышает свои шансы не быть обманутой.
- Можно предположить, что ЕО должен был выработать психологические адаптации, помогающие выявлять и запоминать обманщиков.

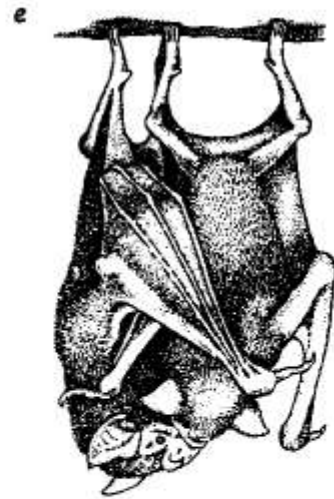
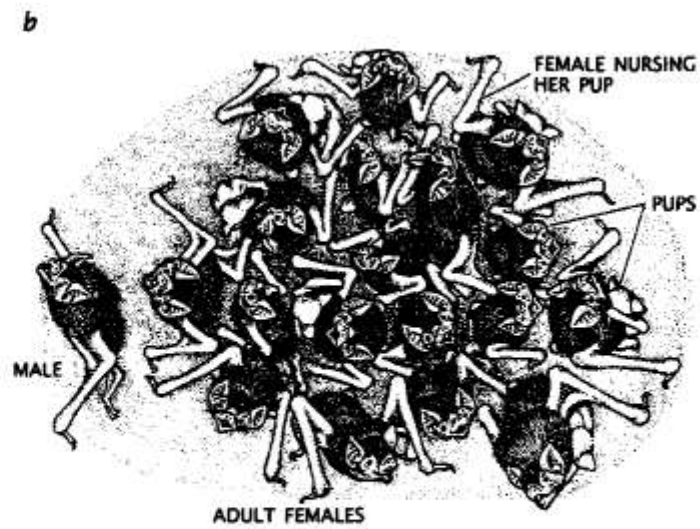
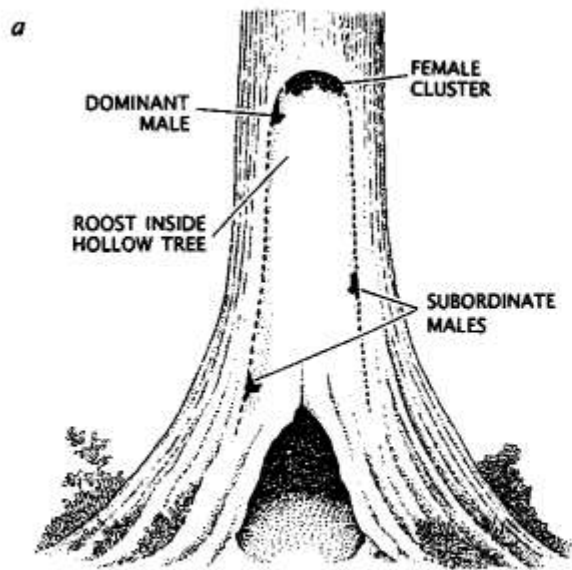
Взаимный альтруизм

- Мы действительно лучше запоминаем информацию о дурных поступках других людей, чем о хороших или нейтральных.
- Люди лучше справляются с разнообразными задачами, если условие задачи подается в контексте обмана, жульничества и нарушения моральных норм.
- Наша психика проявляет повышенную чуткость к информации об обманщиках и нарушителях общественных норм. И нам нравится их выводить на чистую воду, разоблачать и наказывать. Не отсюда ли популярность детективного жанра?

Летучие мыши-вампиры



- *Desmodus rotundus*. Кровь млекопитающих, предпочитают лошадей.
- Если две ночи подряд не смогла напиться крови – умрет от голода, если не получит помощь от сородича. Без взаимопомощи смертность взрослых особей составляла бы 82% в год, в действительности – 24%.
- Группы по 8-12 самок с детенышами; самцы охраняют территорию (свое дерево) и конкурируют друг с другом. Матрилокальность (родств. отбор)
- Помогают не только родне, но и неродственным особям из своей группы (но незнакомцам - никогда).
- Формируют пары «друзей», помогающих друг другу (реципрокность).
- Узнают друг друга, издают индивидуальные звуковые сигналы.



MALE AND FEMALE vampire bats often roost in the same tree (*a*). Females cluster near the top of the cavity, some 12 or more feet from the ground, where they are guarded by a single dominant male. Two or three subordinate males occupy the same tree but roost closer to the ground. As many as 12 females, each with a young pup (the pups differ in size because births occur throughout the year), may gather in one tree (*b*). Although the composition of the roosting groups varies from

day to day, some females associate for many years and regurgitate blood to one another, a behavior that is a form of reciprocal altruism. A hungry bat solicits regurgitated blood from a roostmate first by grooming (*c*), which consists of licking the potential donor under her wing, and then by licking the donor's lips (*d*). If the donor is receptive, she responds by regurgitating blood (*e*). Only bats who are close relatives or who have had a long-term association give blood to each other.

G.S. Wilkinson, 1990.
Food sharing in vampire bats.

Моделирование развития кооперации на основе «разумного эгоизма».

Дилемма заключенного

		Player A	
		Cooperate	Defect
Player B	Cooperate	3 / 3	1 / 4
	Defect	4 / 1	2 / 2

Суммарный выигрыш максимален, когда оба игрока «сотрудничают» (оба получают +3).

Но каждому игроку всегда выгоднее «предать», чем «сотрудничать», независимо от решения партнера.

- Одноразовая игра: эволюционно стабильная стратегия «Всегда предавай»
- Многократная игра с запоминанием: ЭСС «Око за око»

Анализ повторяющейся д.з. показал, что успешная стратегия должна быть:

- **Доброй**: не предавать, пока этого не сделает оппонент.
- **Мстительной** (не мстительная стратегия «always cooperate» вытесняется эгоистами).
- **Прощающей**: отомстив, вернуться к сотрудничеству, если оппонент не продолжает предавать. Это предотвращает бесконечное мщение.
- **Не завистливой**: не пытаться набрать больше очков, чем оппонент.

*Речь идет о самом **выгодном** способе игры, т.е. всё это никакой не альтруизм, а «разумный эгоизм»*

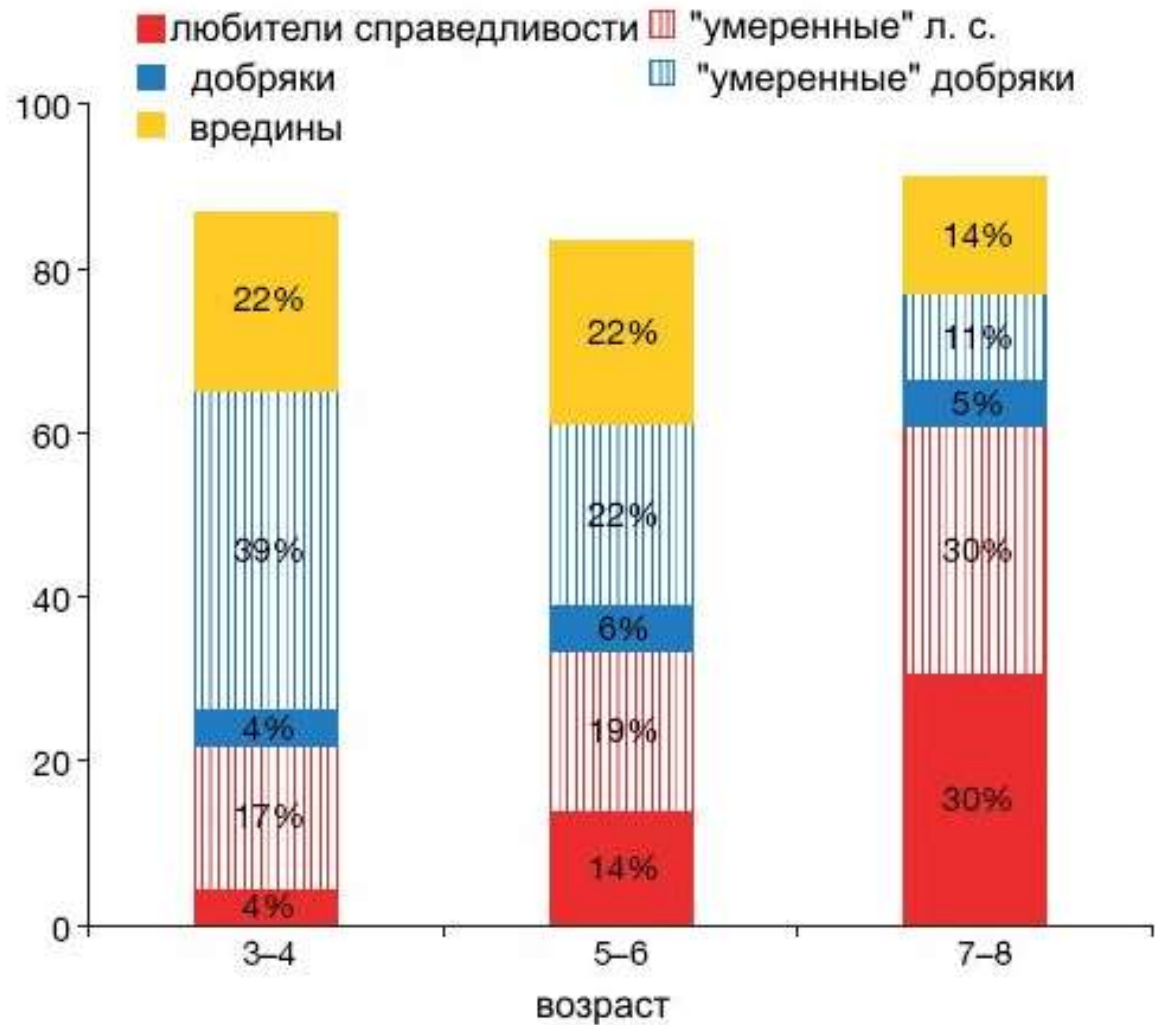


Альтруизм среди «своих» и враждебность к чужакам: две стороны одной медали



Умение делиться пищей и другими ресурсами с неродственниками — одна из важных особенностей человека.

- Дети до 3–4 лет ведут себя как абсолютные эгоисты. К 7–8 годам они начинают думать и о других.
- Забота о ближнем у детей связана с эгалитаризмом — стремлением к равенству.
- Одновременно с эгалитаризмом у детей развивается парохиализм — преимущественная забота о "своих", причем у мальчиков эта черта выражена сильнее (связь с патрилокальностью?)
- Возможно, у первобытных людей альтруизм, эгалитаризм и парохиализм развивались параллельно под действием одного и того же фактора — частых межгрупповых конфликтов.



Распределение детей по «нравственным категориям»

Эгалитаризм (стремление к равенству, чувство справедливости)

- В простых формах встречается у обезьян. *Справедливость первого порядка*: не допустить, чтобы другому досталось больше, чем мне. У обезьян хорошо развита. *Справедливость второго порядка*: «даёте мне – дайте и им тоже». Единичные наблюдения у гоминоидов, обученных человеческому языку (Панбаниша). Скорее всего, происходит из опасения, что сородичи будут разгневаны несправедливостью.
- Эгалитаризм мог дополнительно развиться у людей как одно из средств борьбы с социальным паразитизмом.
- Возможно, развивался в комплексе с парохиализмом (среди «своих» всё должно быть по справедливости, а что до «чужих», то на них мораль не распространяется)
- Кора островка: часть «эмоционального» и «социального мозга», переживание боли (на досознательном уровне, осознание происходит в передней поясной коре); здесь же, по-видимому, обрабатывается информация о несправедливости. Чувство отвращения тоже связано с возбуждением нейронов островка и ОФК.

Непрямая реципрокность («забота о репутации»)

- Не все альтруистические поступки людей можно объяснить **р.о.** (помогаем не только родне), **реципрокностью** (помогаем тем, кто заведомо не сможет отблагодарить) и **парохиальностью** (помощь голодающим детям из далекой страны).
- Такое поведение тоже может иметь эволюционные корни, т.к. оно приносит пользу альтруисту через повышение его репутации в глазах соплеменников (**непрямая реципрокность**).
- Подтверждения: 1) отсутствие реального интереса к тому, дойдет ли пожертвование до адресата; 2) резкое снижение частоты альтруистических поступков по мере роста анонимности ситуации.

Непрямая реципрокность (indirect reciprocity)

альтруистическое поведение как средство повышения своей репутации и социального статуса



- Автор идеи – Richard Alexander (The biology of moral systems, 1987)
- Характерна не только для человека

У дроздовых тимелий (*Turdoides squamiceps*) только высокоранговые самцы имеют право кормить своих сородичей. Эти общественные птицы конкурируют за право совершить «добрый поступок» (посидеть над гнездами в роли «часового», помочь ухаживать за птенцами, накормить товарища).

Альтруистические акты служат для демонстрации и поддержания собственного статуса (A.Zahavi, 1990).





Эффективная система коммуникации (речь) способствует развитию не прямой реципрокности, а также средств обуздания «обманщиков». Есть мнение (R. Dunbar), что главным стимулом для развития речи у наших предков была необходимость посплетничать.



Люди крайне чувствительны к
малейшим намекам на то, что
кто-то может узнать об их
поступке!

- Люди, проходящие в условиях полной анонимности тест «Диктатор», ведут себя более альтруистично, если на рабочем столе компьютера присутствует стилизованное изображение двух глаз (Haley, Fessler, 2005).

Люди крайне чувствительны к малейшим намекам на то, что кто-то может узнать об их поступке!

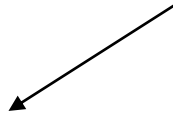
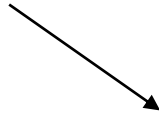
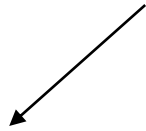
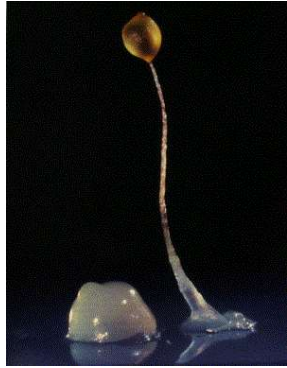
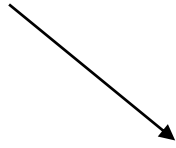
- Достаточно разместить в интерьере три точки, расположенные в виде перевернутого треугольника: , чтобы испытуемые начали вести себя более альтруистично по сравнению с контрольной ситуацией, когда точки расположены наоборот: .
- Человек едва ли может когда-либо быть уверен на 100%, что о его поступке никто не узнает.

Демонстративное потребление (conspicuous consumption) и демонстративный альтруизм

1. Демонстрирует богатство. Может служить индикатором приспособленности и поддерживаться половым отбором.
2. Акт бескорыстного альтруизма – более эффективное средство саморекламы, потому что демонстрирует также щедрость и доброту.

Бывает ли «настоящий», подлинно бескорыстный альтруизм?

- По-видимому, да (те 5% беззаветных добряков?). Некоторым просто **приятно** делать добрые поступки.
- Это не противоречит «циничным» теориям происхождения доброты: р.о., п.о., взаимному альтруизму, не прямой реципрокности.
- Эволюция поведения у позвоночных – это эволюция эмоциональной регуляции поведения. Под действием отбора закреплялись мутации, которые повышали вероятность того, что человеку будет приятно вести себя по-доброму в тех или иных ситуациях.
- Всю «циничную» часть работы взял на себя естественный отбор. Это им руководили «корыстные интересы генов», семейственность и реципрокность. Но он свое дело сделал. Он обеспечил нас генами, которые заставляют нейроны мозга связаться в такие сети, чтобы система внутреннего подкрепления выделяла дофамин, когда мы делаем что-то хорошее.
- Мы сами при этом можем быть по-настоящему искренними.



- Эволюционное **объяснение** не является «эволюционным **оправданием**». Исторически альтруизм был направлен только на членов собственной группы, а к чужакам наши предки испытывали отвращение и вражду. Сегодня мы не можем назвать это образцом нравственности, которому следует подражать.
- К счастью, человек обладает разумом, позволяющим ему подняться над своими биологическими корнями и пересмотреть устаревшие этические рамки, которые биологическая эволюция навязала нашим предкам.

Некоторые специалисты по эволюционной этике выделяют пять основ человеческой морали:

- 1. Справедливость** (эгалитаризм, правосудие, «золотое правило»: идеалы *взаимного альтруизма*)
- 2. Забота, защита уязвимых** (родственный альтруизм, развитие любви, расширение ее на всех окружающих и т.п.: *родственный отбор, эволюция семейных отношений у гоминид*)
- 3. Верность группе** (развилась из долгой истории *конкуренции между группами*)
- 4. Уважение к авторитетам** (старшим, вождям, богам...) развилась из долгой истории *иерархических взаимоотношений у приматов*.
- 5. Чистота, святость** (развилась на основе уникальной человеческой эмоции *отвращения*, которая дает людям чувство, что одни способы жизни и поведения – чистые и возвышенные, а другие – грязные, низменные, отталкивающие). Пищевые и др. табу, отвращение к «поганым язычникам» и т.п.

1. **Справедливость**
2. **Забота, защита уязвимых**
3. Верность группе
4. Уважение к авторитетам
5. Чистота, святость

- **Основы 1-2 – «индивидуальные».** Они позволяют людям спокойно жить и ладить с окружающими в обстановке ослабленной межгрупповой вражды. В современной цивилизации они, кажется, выходят на первый план (в связи с глобализацией, международной торговлей, общим снижением агрессии и конфликтности). Их больше всего изучают. Они доминируют в психике либерально настроенных людей. Их происхождение объясняется механизмами родственного отбора, взаимного альтруизма, взаимовыгодной кооперации.

1. Справедливость
2. Забота, защита уязвимых
3. Верность группе
4. Уважение к авторитетам
5. Чистота, святость

- **Основы 3-5 – «связывающие», «объединяющие».** Они обеспечивают сплоченность и единство коллектива в мире, разделенном на враждующие группировки (на «своих» и «врагов»). В современном мире они по-прежнему очень важны для значительной части цивилизованного населения (консерваторы, «охранители», фундаменталисты), а также для доиндустриальных «традиционных» народов. Их происхождение объясняется механизмом сопряженной эволюции пароксиального альтруизма и войн (межгрупповой вражды).
- Возможна ли обратная связь? Может быть, чем больше людей будет ценить основы 1-2 выше, чем 3-5, тем скорее мир перестанет делиться на враждующие группировки?

Голые землекопы – эусоциальные млекопитающие



- Роющие грызуны; группы по 70-80 особей; размножается одна «царица» и 2-3 самца (у потомства при одном «царе» $R=0,5$, при двух $0,375$, при трех $0,333$); рабочие и солдаты; живут до 20-30 лет, не болеют раком; после смерти царицы самки дерутся за право стать новой царицей.
- Были **предсказаны** Ричардом Александером в 1970-х. Семья (большое R); жилище, которое можно охранять только сообща; роющие; есть каста солдат; питаются большими сочными корнями; есть каста рабочих; смена сухого и влажного сезонов; вражда между колониями; трудно основать новую колонию (низкое C).

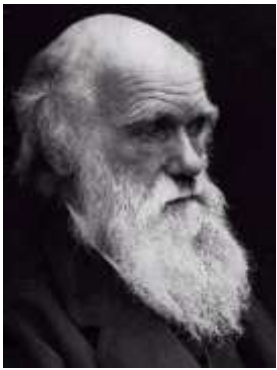


Конфликт рабочих из разных колоний

* * *

Суеверия. Эволюционное религиоведение.





Дарвин о «вредных суевериях»:

«Эти печальные и косвенные результаты наших высших способностей можно сравнить с побочными и случайными ошибками инстинктов низших животных»



«Эволюционное религиоведение»

две основных идеи:

- Религия — случайный **побочный продукт** (не обязательно полезный) эволюционного развития каких-то других свойств человеческого мышления.
- Склонность человеческого мозга к генерации и восприятию религиозных идей — **полезная адаптация**, развившаяся в ходе эволюции наряду с другими адаптивными свойствами мышления.

Ara Norenzayan, Azim F. Shariff. The Origin and Evolution of Religious Prosociality // Science. 2008. V. 322. P. 58–62.

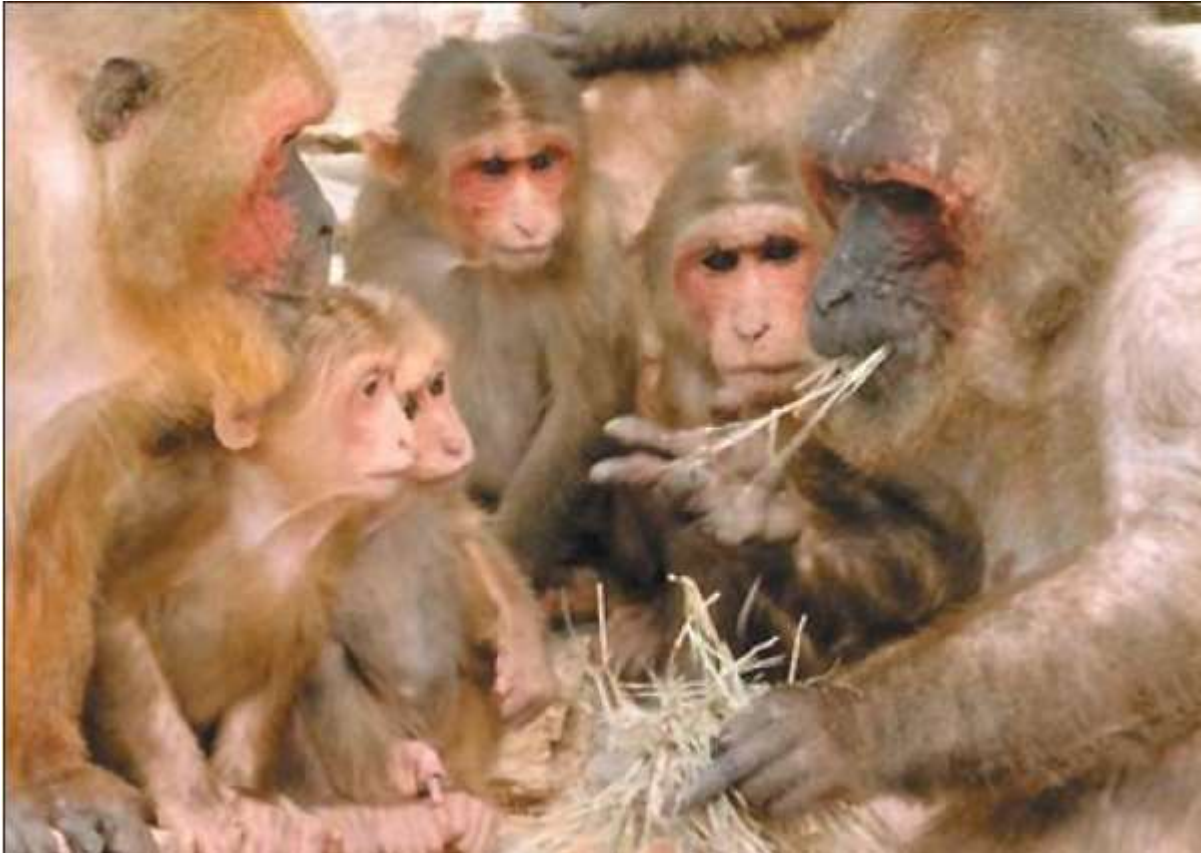
Pascal Boyer. Religion: Bound to believe? // Nature. 2008. V. 455. P. 1038–1039.

Если побочный продукт, то чего?

- Развитие способности к социальному обучению (обеспечивает легкость распространения «эгоистичных мемов»)
- Гипертрофированная *theory of mind* и интенциональная установка (приводит к одушевлению природных сил, мы начинаем видеть в случайных событиях проявление чьей-то воли и т.п.)
- Простейшие алгоритмы обучения без понимания причин: приметы, суеверия, ритуалы (голуби Скиннера)
- Потребность всё объяснять + отсутствие контроля со стороны ЕО, т.к. мировоззрение мало влияет на приспособленность + ПО на способность сочинять волшебные, захватывающие истории

«Социальное обучение»

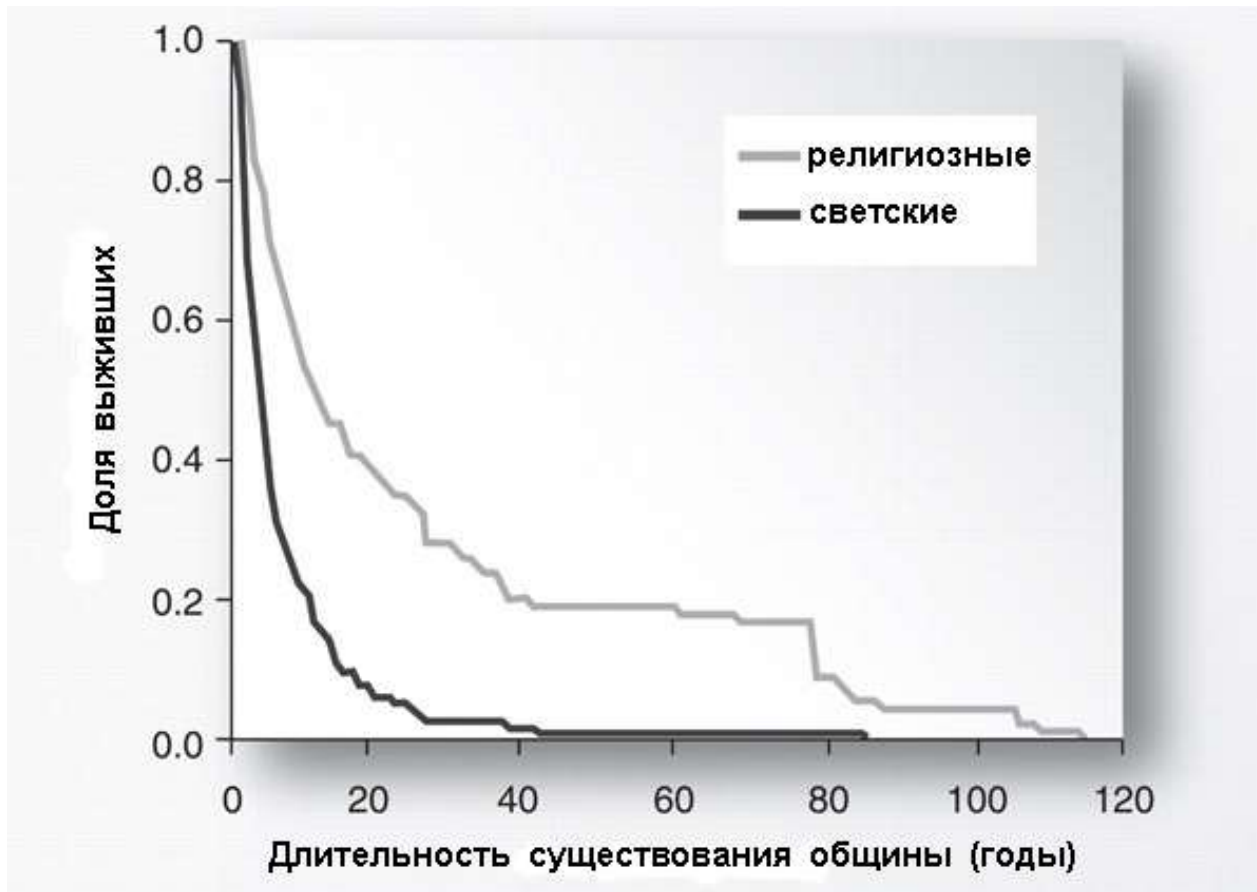
Учиться у взрослых – быстрее и безопаснее, чем на собственном опыте



Дизайн эксперимента, в котором была показана склонность детей делать слишком далеко идущие выводы из сигналов, подаваемых взрослыми



Религия – полезная адаптация?



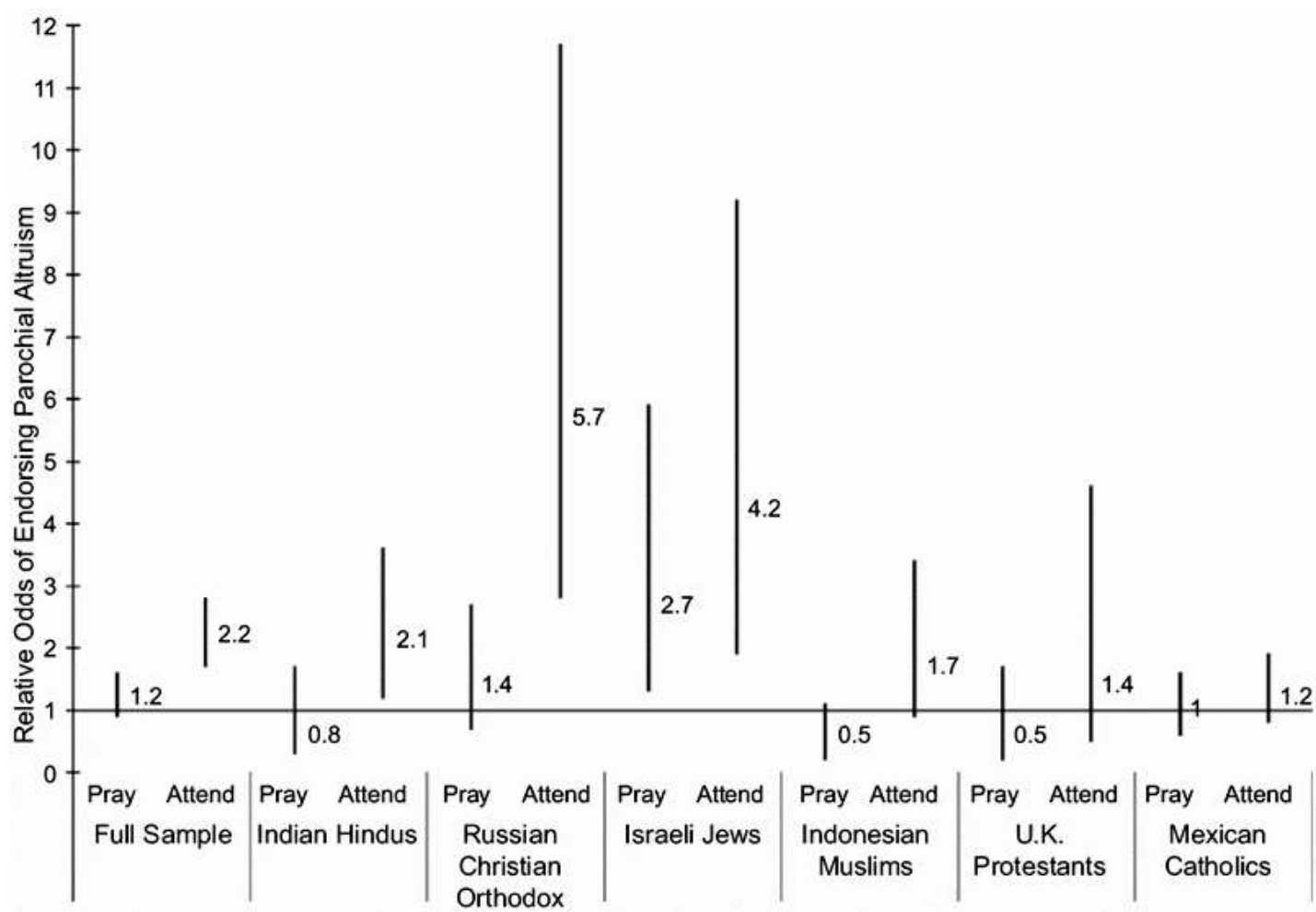
Выживаемость 200 замкнутых общин, возникших в Америке в XIX веке.

Жестокие ритуалы могут выполнять разные общественно-полезные функции, в т.ч.: демонстрация лояльности группе, защита группы от притворщиков и нахлебников. Плюс тренировка выносливости, умения терпеть боль ради идеалов, индикатор приспособленности, etc.





Коллективные ритуалы издавна служили мощным средством сплочения человеческих групп, воспитывая в людях преданность «своим» и одновременно — враждебность к «тем, кто не с нами».



Степень поддержки парохияльного альтруизма в зависимости от частоты молитв (Pray) и посещения богослужений (Attend) во всей выборке (Full Sample), а также по отдельности в шести группах верующих. Числа показывают, во сколько раз чаще люди, регулярно молящиеся или посещающие богослужения, обнаруживали склонность к ПА по сравнению с людьми, которые молятся или посещают богослужения нерегулярно.