



Научная статья | Original paper

Ментальные модели биологической теории эволюции

К.А. Курбанов¹ ✉, В.Ф. Спиридонов¹

¹ Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Москва, Российская Федерация
✉ kurbanov-ka@mail.ru

Резюме

Контекст и актуальность. Наивные теории рассматриваются как частный случай ментальных моделей, которые оказывают существенное влияние на то, как люди воспринимают и интерпретируют научные данные; в контексте биологической эволюции такие интуитивные представления нередко вступают в противоречие с научными концепциями, что делает изучение их функционирования особенно актуальным. **Цель.** Целью настоящего исследования было выявить особенности работы наивных и научных ментальных моделей при оценке истинности эволюционных утверждений. **Гипотеза.** Предполагалось, что студенты будут демонстрировать рассогласованность ключевых понятий теории эволюции, а также что наивно-дарвинистские утверждения будут верифицироваться быстрее, чем дарвинистские и ламаркистские. **Методы и материалы.** В исследовании приняли участие 83 студента небологических специальностей московского университета, которые выполняли задачу по верификации утверждений, связанных с биологической эволюцией; измерялись время реакции и точность ответов, а материал включал наивно-дарвинистские, дарвинистские и ламаркистские формулировки, представленные в двух различных вариантах. **Результаты.** Результаты показали выраженную рассогласованность в представлениях о наследственности, естественном отборе и изменчивости, а также продемонстрировали, что наивно-дарвинистские утверждения проверялись быстрее, чем дарвинистские и ламаркистские; этот эффект воспроизводился в обеих сериях задания, указывая на устойчивость соответствующих ментальных моделей. **Выводы.** Полученные данные свидетельствуют о том, что в оценке истинности утверждений участвуют и наивные, и научные теории биологической эволюции, а обсуждение результатов в контексте современных теорий двойных процессов позволяет предложить возможные механизмы, лежащие в основе взаимодействия и конкуренции интуитивных и научных представлений.

Ключевые слова: наивные теории, наивная биология, мышление, ментальные модели, время реакции

Финансирование. Данная статья подготовлена в рамках государственного задания РАНХиГС.

Для цитирования: Курбанов, К.А., Спиридонов, В.Ф. (2026). Ментальные модели биологической теории эволюции. *Экспериментальная психология*, 19(1), 72–86. <https://doi.org/10.17759/exppsy.2026190105>





Mental models on the material of the biological theory of evolution

K.A. Kurbanov¹ ✉, V.F. Spiridonov¹

¹Russian Presidential Academy of National Economy
and Public Administration, Moscow, Russian Federation

✉ kurbanov-ka@mail.ru

Abstract

Context and relevance. Naive theories are viewed as a specific form of mental models that substantially influence how individuals perceive and interpret scientific information. In the domain of biological evolution, such intuitive representations often conflict with scientific concepts, which makes examining their functioning particularly important. **Objective.** The aim of the present study was to identify the features of how naive and scientific mental models operate when individuals evaluate the truthfulness of evolutionary statements. **Hypothesis.** It was assumed that students would demonstrate inconsistencies in their understanding of key concepts of evolutionary theory, and that naive-Darwinian statements would be verified more quickly than Darwinian and Lamarckian ones. **Methods and materials.** The study involved 83 students of non-biological majors at a Moscow university who completed a verification task involving statements related to biological evolution. Reaction time and accuracy were measured, and the stimuli included naive-Darwinian, Darwinian, and Lamarckian formulations presented in two different versions. **Results.** The findings revealed pronounced inconsistency in participants' understanding of the concepts of heredity, natural selection, and variation. Moreover, naive-Darwinian statements were verified faster than Darwinian and Lamarckian statements; this effect was replicated across both stimulus sets, indicating the stability of the corresponding mental models. **Conclusions.** The results indicate that both naive and scientific theories of biological evolution contribute to the evaluation of statement truthfulness. Discussing these findings through the lens of contemporary dual-process theories allows for proposing potential mechanisms underlying the interaction and competition between intuitive and scientific representations.

Keywords: naive theories, naive biology, reasoning, mental models, reaction time

Funding. The article was written on the basis of the RANEPА state assignment research programme.

For citation: Kurbanov, K.A., Spiridonov, V.F. (2026). Mental models on the material of the biological theory of evolution. *Experimental Psychology (Russia)*, 19(1), 72—86. (In Russ.). <https://doi.org/10.17759/expsy.2026190105>

Введение

Психологические исследования обыденных («наивных») объяснений появились не так давно, но бурно развиваются. Уже сложилось множество направлений их изучения (Vosniadou, 2008; Gerstenberg, Tenenbaum, 2017). Одно из них — анализ ментальных моделей или наивных теорий (Shtulman, Harrington, 2016; Shtulman, Legare, 2020).

Наивные теории формируются довольно рано. Дети уже к дошкольному возрасту обладают развитыми репрезентациями различных процессов и явлений (включая человеческое поведение) и используют их для объяснений, предсказаний и вмешательства (Казанская, Мещеряков, 2012; Исаев и др., 2021; Vosniadou et al., 2018). Подобные наивные теории представляют собой набор устойчивых, предметно-специфических представлений, опирающихся на опыт восприятия окружающей действительности и опыт собственных действий (Shtulman, Legare, 2020; Vosniadou, Brewer, 1994). Несмотря на их явную неполноту и даже ошибочность



в некоторых ситуациях, они сохраняются даже после получения формального образования (Исаев и др., 2021; Казанская, Мещеряков, 2012; Kelemen et al., 2013; Shtulman, Harrington, 2016).

Усилия исследователей направлены на изучение причин устойчивости и согласованности наивных теорий. Ряд авторов отстаивает позицию, согласно которой такие теории являются фрагментами знаний или эвристиками, которые являются ответом на ситуативные «сигналы» (Ackerman, 2023; Babai et al., 2006; diSessa, 1993). Другие предлагают аналогию между научными и наивными теориями, где знания о предметной области — это согласованный и хорошо организованный набор представлений, позволяющий концептуализировать новые факты и наблюдения (Vosniadou, Brewer, 1994). Так, наивное объяснение цикла день/ночь может опираться на допущение о стабильности Земли в пространстве и подвижности Солнца, которое уходит под Землю с наступлением ночи (Vosniadou, Brewer, 1994). Наивная биология может объяснять приспособление популяции животных к новым условиям допущением об однородности популяции и ее планомерном «улучшении» в каком-то отношении. Появление адаптивного признака и его распространение описываются не в терминах отбора и внутривидовых различий, а в терминах изменения сущности биологического вида, т. е. всех его представителей в равной степени (Shtulman, 2006; Shtulman, Schulz, 2008).

Также распространены исследования конфликта наивных и научных теорий в сознании одного и того же человека (Babai et al., 2006; Babai, Amsterdamer, 2008; Babai et al., 2010; Labotka, Gelman, 2022; Potvin et al., 2015; Shtulman, Harrington, 2016; Shtulman, Legare, 2020; Shtulman, Valcarcel, 2012; Shtulman, Young, 2024). Наиболее заметные эффекты подобного проблемного взаимодействия получены при сравнении времени реакции и точности ответов в задачах, где испытуемому требуется проверить истинность набора стимулов. Проверка высказываний «Луна вращается вокруг Земли» и «Тигры живые» осуществляется заметно быстрее и точнее, чем высказываний «Солнце вращается вокруг Земли» и «Кораллы живые». Развернутое объяснение обсуждаемого феномена сводится к тому, что для представлений, согласующихся и с научными, и с интуитивными теориями — в нашем примере «Луна вращается вокруг Земли» и «Тигры живые», — одновременная активация научных и интуитивных знаний быстро приводит к согласованному ответу — «да, истинно». Для стимулов, согласующихся с наукой, но не согласующихся с наивной интуицией — в нашем случае «Луна вращается вокруг Солнца» и «Кораллы живые», — активация знаний связана с ответом «ложно» с точки зрения интуиции и «истинно» с точки зрения научных представлений (Shtulman, Valcarcel, 2012). Вторая пара стимулов требует больше времени, поскольку интуитивную теорию нужно затормозить.

Конфликт наивных и научных представлений обнаружен у учащихся старшей школы (Babai, Amsterdamer, 2008), студентов и даже профессоров в области естественных и гуманитарных наук (Shtulman, Harrington, 2016) в области физики, математики, биологии, химии, геометрии (Goldberg, Thompson-Schill, 2009; Potvin et al., 2015; Shtulman, Valcarcel, 2012). Подобная феноменология вписывается в более широкие контексты. Так, пожилые люди с когнитивными дисфункциями в задачах классификации чаще опираются на подвижность как критерий того, что объект живой. По этой причине живыми могут оказаться Луна или река, но растениям в статусе живых будет отказано (Zaitchik, Solomon, 2008). Аналогичное одушевление объектов описано и у дошкольников (Piaget, 2005).

В целом, обсуждаемые эффекты также вполне укладываются в теорию двойных процессов (dual-process theory), подразумевающих вмешательство процессов типа 2 (аналити-



ческих) в работупроцессов типа 1 (интуитивных, эвристических) (Evans, Stanovich, 2013). Именно таким образом объясняются увеличение времени ответа в контринтуитивных пробах, требующих дополнительного анализа, по сравнению с интуитивными (Babai, Sekal, Stavy, 2010; Kelemen, Rottman, Seston, 2013).

Обсуждаемые феномены говорят о распространенности наивных теорий, их устойчивости и неслучайном характере противоречий с научными теориями. Далее мы подробнее опишем обсуждаемые эффекты на материале представлений о биологической эволюции.

Наивная теории биологической эволюции

Изучение систематических пробелов в знаниях о свойствах и процессах в мире живых существ представлена разными исследованиями. Часть из них направлена на когнитивные аспекты устойчивости наивных теорий, в том числе в области биологической теории эволюции (Evans, Rosengren, 2018; Ronfard et al., 2021; Shtulman, 2006). Обзор литературы позволяет выделить качественные отличия ее научного и «интуитивного» понимания. Существенный вклад в подобные различия вносят такие широко изученные формы «естественного» мышления, как эссенциализм и телеологизм (Gelman, Legare, 2011). Первый проявляется в убеждении о наличии единой сущности у целых классов предметов и явлений и возможности ее изменении только целиком, а не по частям. Второй выражается в представлении о существовании полезной цели у любых происходящих эволюционных изменений (Coley et al., 2017; Shtulman, 2006) (например, «у жирафа длинная шея, чтобы он мог есть листья с высоких деревьев» (Ronfard et al., 2021)).

Знание о принадлежности к категории (скажем, рыбы) служит источником возможных предположений о том, чем питается данное живое существо, в какой среде оно обитает и как выглядит. Однако это может препятствовать пониманию эволюционных механизмов (Coley et al., 2017; Shtulman, 2006). Не все представители одного биологического вида обладают одинаковыми свойствами. Напротив, вариативность внутри популяции способствует увеличению числа именно тех особей, отличия которых случайным образом оказываются выгодны для выживания (Кунин, 2014). Эссенциализм приводит к игнорированию вариативности внутри вида и неучету избирательного процесса адаптации, что может выражаться в кажущейся правдоподобности суждений типа: «Шея жирафов постепенно становилась длиннее». Более корректное суждение должно опираться на учет вариативности и избирательной адаптации: «У жирафов с более длинной шеей было больше шансов для воспроизводства, чем у жирафов с более короткой». В этом контексте примечательно, что принятие биологической эволюции совсем не гарантирует ее корректного понимания (Shtulman, 2006).

Первое высказывание про удлинение шеи жирафа обычно классифицируется как «трансформационистское», т. е. соответствующее идее постепенного изменения животных. Если это происходит благодаря наследованию полезных прижизненно приобретенных признаков, то мы имеем механизм эволюции по Ламарку. Второе высказывание относят к «вариационистским», т. е. соответствующим идее о естественном отборе и изменчивости как о механизмах биологической эволюции по Дарвину (diSessa, 1993; Shtulman, 2006). Помимо этого выделяется промежуточный вариант, основанный на вере в быструю трансформацию сущности вида как целого под влиянием внешних условий в выгодную сторону и включающий в себя понятие естественного отбора в упрощенном виде — например, «в любом случае выживает сильнейший». Иногда такой наивный вариант понимания эволюции именуется



«синтетическим» (Shtulman, 2006; Vosniadou, Brewer, 1994) или в нашей терминологии «наивно-дарвинистским». Из перечисленных только дарвиновские механизмы соответствуют современным научным представлениям о биологической эволюции.

Ранние исследования ментальных моделей в основном опирались на качественные методы (интервью, виньетки). Однако за последние годы ситуация изменилась, и в настоящей работе, как и в ряде других (Potvin et al., 2015; Shtulman, Valcarcel, 2012; Vosniadou et al., 2018), используется эксперимент, опирающийся на анализ времени ответов, что открывает возможность для более точного выявления и оценки наивных теорий. За счет модификации известной экспериментальной парадигмы и специальному подбору стимулов мы ставим целью уточнить существующие выводы о наивных теориях на материале биологической эволюции.

Нами были выдвинуты следующие гипотезы:

- 1) Знание испытуемыми основных понятий биологической теории эволюции — наследственности, естественного отбора и изменчивости — окажется рассогласованным, что будет отражаться в значимых различиях времени реакции и точности ответов испытуемых;
- 2) Подобное рассогласование будет устойчиво, т. е. оно будет иметь место при решении задач с разными живыми существами.
- 3) Испытуемые будут демонстрировать различия во времени проверки утверждений, связанных с дарвинистским, ламаркистским и наивно-дарвинистским пониманием биологической эволюции. Ожидается, что высказывания, связанные с наивно-дарвинистским пониманием, будут проверяться быстрее, чем прочие.
- 4) Мы также ожидаем, что высказывания, основанные на наивно-дарвинистском понимании, будут проверяться быстрее, чем дарвинистские и ламаркистские, при решении задач с разными живыми существами.

Материалы и методы

Испытуемые

В эксперименте приняло участие 89 человек ($M = 19,5$, $SD = 3,7$; 78 женщин). Испытуемыми были студенты психологического факультета крупного московского вуза. Все испытуемые сдавали биологию в рамках ЕГЭ; за участие они получали баллы по определенным учебным дисциплинам. В обработке использовались ответы испытуемых, соответствующие следующим условиям: время ответа от 0,5 сек. до 10 сек. Шесть испытуемых были исключены из исследования, т. к. их ответы не соответствовали указанным ограничениям.

Материалы

Стимульный материал, соответствующий школьной программе по биологии за 10—11 классы, был разработан с опорой на предыдущие исследования наивной теории эволюции (Shtulman, 2006; Shtulman, Schulz, 2008) и согласован с экспертом-биологом из Института общей генетики РАН.

На экране компьютера испытуемым предъявлялась одна из двух задач:

Задача А: «Птицы с длинными лапками успешнее добывают пищу для выкармливания потомства в болотистых местностях. Если популяцию птиц из сухой местности переместить на удаленный остров, большую часть поверхности которого покрывают болота, то...»

Задача В: «В месте обитания популяции калифорнийских медведей гризли резко повысилась среднегодовая температура. Если популяция медведей будет меняться, то...».



Затем испытуемым предъявлялись утверждения на мониторе, с которыми нужно было согласиться или не согласиться. Обработка результатов производилась на основе двух типов разметок ответов испытуемых. Первая была основана на соотношении утверждений с ключевыми понятиями современной теории эволюции: 32 утверждения были связаны с понятием наследственности, 54 — с естественным отбором, 10 — с изменчивостью (табл. 1). К понятию «наследственность» были отнесены утверждения, описывающие наследование признаков и возникающие различия между поколениями. К понятию «естественный отбор» были отнесены утверждения, описывающие изменения в результате воздействия среды. К понятию «изменчивость» — утверждения, описывающие изменение признаков живых существ под влиянием тех или иных факторов.

Таблица 1 / Table 1

**Базовые понятия теории эволюции и примеры утверждений,
 использованных в эксперименте**
**Basic concepts of the theory of evolution and examples of statements
 used in the experiment**

Понятия / Задачи / Concept / tasks	Тип ментальной модели в случае согласия испытуемого с утверждением / Type of mental model in case of the subject's agreement with the statement	О птицах / About birds	О медведях / About bears
Наслед- ственность / Inheritance	Наивная / Naive	У птиц с короткими лапками потомство станет с длинными лапками / In birds with short legs, the offspring will have long legs	У медведей с длинной шерстью потомство станет короткошерстным / In bears with long fur, the offspring will have short fur
	Научная / Scientific	Длинные лапки наследуются от птиц с длинными лапами / Long legs are inherited from birds with long legs	Короткая шерсть наследуется от медведей с короткой шерстью / Short fur is inherited from bears with short fur
Естественный отбор / Nature selection	Наивная / Naive	Птиц с длинными лапками станет больше через поколение / There will be more birds with long legs in the next generation	Медведей с длинной шерстью станет меньше через поколение / There will be fewer bears with long fur in the next generation
	Научная / Scientific	Птицы с длинными лапками выведут больше потомства / Birds with long legs will produce more offspring	Медведи с короткой шерстью выведут больше потомства / Bears with short fur will produce more offspring



Понятия / Задачи / Concept / tasks	Тип ментальной модели в случае согласия испытуемого с утверждением / Type of mental model in case of the subject's agreement with the statement	О птицах / About birds	О медведях / About bears
Изменчивость / Variation	Наивная / Naive	С каждым поколением у птиц будут удлиняться лапки / With each generation, birds' legs will become longer	С каждым поколением у медведей будет укорачиваться шерсть / With each generation, bears' fur will become shorter
	Научная / Scientific	С каждым поколением птиц с длинными лапками будет рождаться больше / With each generation, more birds with long legs will be born	С каждым поколением медведей с длинной шерстью будет рождаться меньше / With each generation, fewer bears with long fur will be born

Вторая разметка была основана на соответствии утверждений трем концепциям биологической эволюции. К ламаркистскому пониманию эволюции (точнее, изменения животных) были отнесены утверждения, описывающие постепенные изменения, вызванные собственными усилиями живых существ. К дарвинистскому пониманию были отнесены утверждения, описывающие воздействие естественного отбора. К наивно-дарвинистскому пониманию — утверждения, описывающие быстрые полезные изменения всей популяции живых существ под влиянием внешних условий. Принципы классификации были почерпнуты из работ Штульмана и Восниаду (Shtulman, 2006; Vosniadou, Brewer, 1994). Были сформулированы 13 ламаркистских, 16 дарвинистских и 48 наивно-дарвинистских утверждений (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

**Варианты теории биологической эволюции
с примерами утверждений, использованных в эксперименте
Variants of the theory of biological evolution with examples
of statements used in the experiment**

Вид теории эволюции // Type of Evolutionary Theory	Тип / Type	О птицах / About birds	О медведях / About bears
Ламаркистский / Lamarckian	Наивные / Naive	Птицы с помощью тренировки будут удлинять лапки / Birds will lengthen their legs through exercise	Медведи будут стараться укоротить шерсть / Bears will try to shorten their fur
		Выживут птицы, которые выработали ген длинных лап / The birds that developed the gene for long legs will survive	Выживут медведи, которые выработали ген короткой шерсти / The bears that developed the gene for short fur will survive



Вид теории эволюции // Type of Evolutionary Theory	Тип / Type	О птицах / About birds	О медведях / About bears
Дарвинистский / Darwinian	Научные / Scientific	До репродуктивного возраста умрет больше птиц с короткими лапками / More birds with short legs will die before reaching reproductive age	До репродуктивного возраста умрет больше медведей с длинной шерстью / More bears with long fur will die before reaching reproductive age
		Птицы с длинными лапками выведут больше потомства / Birds with long legs will produce more offspring	Медведи с короткой шерстью выведут больше потомства / Bears with short fur will produce more offspring
Наивный дарвинизм / Naive Darwinism	Синтетические / Synthetic	Птиц с длинными лапками станет больше через поколение / There will be more birds with long legs in the next generation	Медведей с длинной шерстью станет меньше через поколение / There will be fewer bears with long fur in the next generation
		Через поколение останутся только птицы с короткими лапками / In one generation, only birds with short legs will remain	Через поколение останутся только медведи с короткой шерстью / In one generation, only bears with short fur will remain

Процедура

Исследование проводилось на онлайн-платформе lab.js. После предъявления задачи на экране компьютера последовательно появлялись утверждения (следствия из этих задач), с которыми испытуемые должны были как можно быстрее согласиться («стрелка вправо») или не согласиться («стрелка влево») путем нажатия клавиши на клавиатуре. Фиксировалось время реакции — промежуток между появлением утверждения на экране и нажатием клавиши. Точность ответа оценивалась по соответствию реакции ожидаемому правильному ответу. Например, для утверждения «У птиц с короткими лапками потомство станет с длинными лапками» правильным ответом было несогласие. Согласие же свидетельствовало о наивной ментальной модели данного явления у испытуемого.

Набор из 128 утверждений, соответствующих задаче А (птицы), предъявлялся первым, а набор из 128 утверждений, соответствующих задаче В (медведи), — вторым. Утверждения в обоих наборах были аналогичны. Длина утверждений была уравнена в максимально возможной степени и в среднем составляла 7 слов. Внутри наборов производилась блоковая рандомизация порядка предъявления утверждений с помощью сбалансированного латинского квадрата. Перед экспериментом испытуемый проходил тренировочную серию. Продолжительность эксперимента составила примерно 20 минут.

Результаты

Для проверки первой гипотезы о рассогласованности базовых понятий теории эволюции мы сравнили среднее время реакции (табл. 3) на связанные с ними утверждения, используя однофакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями.



Таблица 3 / Table 3

**Среднее время реакции и стандартное отклонение
для базовых понятий теории эволюции**
**Mean reaction time and standard deviation for basic
concepts of the theory of evolution**

Тип понятия / Type of concept	Mean (ms)	SD	N
Наследственность / Inheritance	3190.916	636.124	83
Отбор / Selection	2910.853	559.770	83
Изменчивость / Variation	3445.927	619.623	83

Был обнаружен значимый основной эффект ($F(2, 83) = 119.313, p < .001, \eta_p^2 = .59$). Последующий *post hoc* анализ с применением поправки Бонферрони продемонстрировал значимые различия во времени ответа для высказываний о наследственности и естественном отборе ($t = 8.08, p < .001$), наследственности и изменчивости ($t = -7.35, p < .001$), изменчивости и отборе ($t = -15.44, p < .001$) (рис. 1). Полученный результат подтверждает гипотезу о рассогласованности базовых понятий биологической теории эволюции.

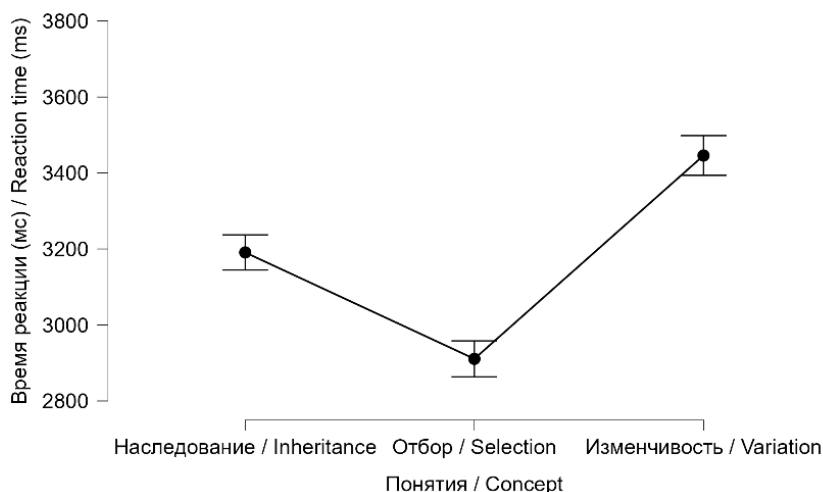


Рис. 1. Среднее время ответа для высказываний, связанных с базовыми понятиями теории эволюции.

Вертикальными линиями показаны 95-процентные доверительные интервалы

Fig. 1. Mean response time for statements related to the basic concepts of the theory of evolution.

Vertical lines show 95% confidence intervals

Для анализа эффекта различных типов утверждений на точность ответов применялся χ^2 МакНимара, где точность ответов представляла собой бинарную зависимую переменную (верно/неверно), а понятие (наследственность, отбор, изменчивость) — независимую переменную. Точность ответов значимо варьировалась в зависимости от понятия. Испытуемые точнее проверяли утверждения, связанные с естественным отбором, чем связанные с наследственностью, $\chi^2(1, 10752) = 344, p < .001$, точнее связанные с изменчивостью, чем с наследственностью, $\chi^2(1, 7056) = 88.8, p < .001$, точнее связанные с естественным отбором, чем с изменчивостью $\chi^2(1, 14448) = 603, p < .001$ Такой результат также подтверждает гипотезу о рассогласованности базовых понятий.



Для проверки гипотезы об устойчивости сравнивалась точность ответов в задачах о птицах и медведях. Было обнаружено, что испытуемые одинаково точно отвечают на высказывания, связанные с понятиями наследственности ($W = 1036, Z = -1.38, p = .082$) и отбора ($W = 3015, Z = 6.69; p = 1$) в двух задачах, но не с понятием изменчивости ($W = 993.500, Z = -2.27, p = .011$). Подобный паттерн результатов на материале двух задач в целом подтверждает вторую гипотезу (о неслучайном характере ошибок, совершаемых испытуемыми).

Для проверки третьей гипотезы мы сравнили среднее время реакции на высказывания, связанные с разными вариантами понимания биологической эволюции (табл. 4).

Таблица 4 / Table 4

**Среднее время реакции и стандартное отклонение
 для высказываний, связанных с различными теориями биологической эволюции**
**Mean reaction time and standard deviation for statements related
 to various theories of biological evolution**

Тип теории / Type of theory	Mean (ms)	SD	N
Ламаркизм / Lamarckism	3280.302	632.554	83
Дарвинизм / Darwinism	3250.233	604.518	83
Наивный дарвинизм / Naive Darwinism	3074.186	627.543	83

Обнаружены эффекты влияния типа утверждений на время ответов ($F(2, 166) = 14.449, p < .001, \eta_p^2 = .14$). Последующий *post hoc* анализ с применением поправки Бонферрони зафиксировал значимые различия для ламаркистских и наивно-дарвинистских ($t = 4.97, p < .001$) и для дарвинистских и наивно-дарвинистских ($t = 4.25, p < .001$) высказываний. Различия во времени реакции для ламаркистских и дарвинистских высказываний оказались незначимы ($t = 0.72, p = 1$) (рис. 2). Результаты подтверждают третью гипотезу о более быстрой проверке утверждений, связанных с наивно-дарвинистским пониманием эволюции.

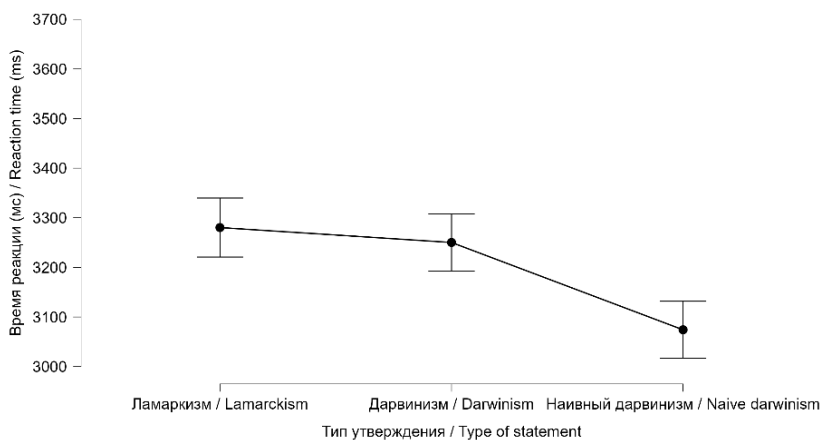


Рис. 2. Среднее время ответов для высказываний, связанных с различными теориями биологической эволюции. Вертикальными линиями показаны 95-процентные доверительные интервалы
Fig. 2. Mean response time for statements related to different theories of biological evolution. Vertical lines show 95% confidence intervals



Для проверки четвертой гипотезы, о более быстрой проверке наивно-дарвинистских высказываний в двух задачах, было произведено сравнение показателей времени реакции (табл. 5).

Таблица 5 / Table 5

Среднее время реакции для высказываний, связанных с различными теориями биологической эволюции в задаче птицы и в задаче медведи
Mean reaction time for statements related to different theories of biological evolution in the birds and bears task

Задача / Task	Тип теории / Type of theory	Mean (ms)	SD	N
Птицы / Birds	Ламаркизм / Lamarckism	3445.169	751.219	83
	Дарвинизм / Darwinism	3425.502	681.430	83
	Наивный дарвинизм / Naive Darwinism	3196.870	681.042	83
Медведи / Bears	Ламаркизм / Lamarckism	3126.452	635.565	83
	Дарвинизм / Darwinism	3074.951	683.616	83
	Наивный дарвинизм / Naive Darwinism	2917.288	678.555	83

В задаче о птицах наивно-дарвинистские высказывания проверялись быстрее, чем дарвинистские ($t = 3.95$, $p < .001$) и ламаркистские ($t = 4.29$, $p < .001$). В задаче о медведях наблюдалась схожая тенденция: разница между наивно-дарвинистскими и дарвинистскими высказываниями была на уровне статистической тенденции ($t = 2.72$, $p = .101$), тогда как наивно-дарвинистские высказывания проверялись значимо быстрее, чем ламаркистские ($t = 3.61$, $p < .005$). Таким образом, четвертая гипотеза подтверждается частично.

Обсуждение результатов

Нам удалось обнаружить значимые различия во времени проверки утверждений, связанных с понятиями изменчивости, естественного отбора, наследственности. Представляется, что испытуемые в разной степени освоили основы дарвиновской теории эволюции. При этом значимо точнее проверялись утверждения, связанные с понятием естественного отбора.

Хотя испытуемые тратили на проверку утверждений, относящихся к понятиям изменчивости и наследственности, значимо больше времени, тем не менее именно при их проверке наблюдалось больше ошибок. Такой эффект представляется вполне объяснимым, учитывая имеющиеся свидетельства о явной тенденции к эссенциализму при рассуждении об изменчивости и наследственности (Shtulman, 2006; Springer, Keil, 1989). Можно предположить, что торможение таких представлений требует существенных когнитивных усилий, что и влекло за собой увеличение времени ответов. Оценка утверждений, относящихся к понятию естественного отбора, наоборот, происходит быстрее и точнее, поскольку требует в меньшей степени подавления интуитивных реакций. Вероятно, испытуемые могли опираться на своего рода эвристику «наиболее приспособленный», характерную для ненаучной ментальной модели. Важно отметить, что описываемый эффект для понятий наследственности и отбора был аналогичен в задачах о птицах и медведях, что говорит об их устойчивости.



Испытуемые быстрее проверяют утверждения, отражающие наивно-дарвинистское понимание эволюции. По-видимому, подобные утверждения не вызывали конфликта и не сказывались на скорости обработки, в отличие от дарвинистских и ламаркистских утверждений. В этом отношении более высокую скорость проверки наивно-дарвинистских типов утверждений можно интерпретировать как свидетельство их соответствия наивным ментальным моделям (Babai et al., 2006; Shtulman, Valcarcel, 2012). Действительно, оказалось, что утверждение «Через поколение останутся только птицы с длинными лапками» проверяется в среднем быстрее, чем утверждение «Птицы с длинными лапками выведут больше потомства». Представляется, что первый тип утверждения мог казаться интуитивно очевидным (Allaire-Duquette et al., 2021; Skelling-Desmeules et al., 2021). Ведь обоснованное с точки зрения современных биологических теорий представление должно апеллировать к механизму естественного отбора, что требует дополнительных временных ресурсов.

Полученные результаты реплицируют известные исследования наивных теорий как частного случая ментальных моделей в нескольких отношениях. Наблюдается увеличение времени, необходимого для обработки утверждений, по-видимому вызывающих конфликт наивных и научных теорий (Babai et al., 2006; Shtulman, Valcarcel, 2012; Skelling-Desmeules et al., 2021). Результаты, касающиеся точности, сходны с полученными при проверках утверждений, противоречащих наивным ментальным моделям (Babai et al., 2006; Shtulman, Valcarcel, 2012). Разработанные нами задачи позволили исследовать ментальные модели на разном материале и зафиксировать неслучайный характер ошибок. Подобные результаты важны в контексте растущего числа исследований устойчивости ментальных моделей даже к образовательному воздействию (Shtulman, 2006).

Заключение

Полученные результаты позволяют утверждать, что, с одной стороны, ментальные модели наивной биологии ожидаемо не обладают логической строгостью и когерентностью научных теорий. И, конечно, не удерживают их понятийной согласованности. Вместо этого они представлены набором простых схем, укорененных в семантической памяти (Allaire-Duquette et al., 2021). В пользу такого вывода говорят исследования, указывающие на устойчивость «наивных» теорий и их заметную активацию в условиях временных ограничений (Kelemen, Rottman, Seston, 2013; Lombrozo, Kelemen, Zaitchik, 2007; Tardiff et al., 2017; Zaitchik, Solomon, 2008). С другой стороны, опора на ментальные модели такого типа позволяет быстро и экономно принимать решения (Thompson, Turner, Pennycook, 2011). Такое рассуждение укладывается в популярные ныне теории двойных процессов (Evans, Stanovich, 2013), однако остается не до конца понятным, какие сигналы служат для когнитивной системы переключателем с одних моделей на другие, т. е. что заставляет нас отказываться от наивных теорий в пользу научных. Это является предметом будущих исследований.

Список источников / References

1. Исаев, Е.И., Марголис, А.А., Сафронова, М.А. (2021). Методика развития исходных математических и естественно-научных представлений обучающихся до научных понятий в начальной школе. *Психологическая наука и образование*, 26(6), 25—45. <https://doi.org/10.17759/pse.2021260602>
Isaev, E.I., Margolis, A.A., Safronova, M.A. (2021). Developing Children's Concepts in Mathematics and Natural Sciences in Elementary School: From Initial Representations to Scientific Concepts. *Psychological Science and Education*, 26(6), 25—45. (In Russ.). <https://doi.org/10.17759/pse.2021260602>



2. Казанская, К.О., Мещеряков, Б.Г. (2012). Концептуальные изменения в представлениях о здоровье и болезни у младших школьников. *Культурно-историческая психология*, 8(3), 19—29. Kazanskaya, K.O., Meshcheryakov, B.G. (2012). Conceptual Changes in Perceptions of Health and Illness in Primary School Age Children. *Cultural-Historical Psychology*, 8(3), 19—29. (In Russ.)
3. Кунин, Е.В. (2014). *Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции*. М.: Центрполиграф. Kunin, E.V. (2014). *The logic of the case. On the nature and origin of biological evolution*. Moscow: Centerpoligraf. (In Russ.)
4. Ackerman, R. (2023). Bird's-eye view of cue integration: Exposing instructional and task design factors which bias problem solvers. *Educational Psychology Review*, 35(2), 55. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09771-z>
5. Allaire-Duquette, G., et al. (2021). An fMRI study of scientists with a Ph. D. in physics confronted with naive ideas in science. *NPJ science of learning*, 6(1), 11. <https://doi.org/10.1038/s41539-021-00091-x>
6. Babai, R., et al. (2006). Intuitive rules in science and mathematics: A reaction time study. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 37(8), 913—924. <https://doi.org/10.1080/00207390600794958>
7. Babai, R., Amsterdamer, A. (2008). The persistence of solid and liquid naive conceptions: A reaction time study. *Journal of Science Education and Technology*, 17(6), 553—559. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9122-6>
8. Babai, R., Sekal, R., Stavy, R. (2010). Persistence of the intuitive conception of living things in adolescence. *Journal of Science Education and Technology*, 19(1), 20—26. <https://doi.org/10.1007/s10956-009-9174-2>
9. Coley, J.D., et al. (2017). Intuitive biological thought: Developmental changes and effects of biology education in late adolescence. *Cognitive psychology*, 92, 1—21. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2016.11.001>
10. diSessa, A.A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and instruction*, 10(2-3), 105—225. <https://doi.org/10.1080/07370008.1985.9649008>
11. Evans, E.M., Rosengren, K.S. (2018). Cognitive Biases or Cognitive Bridges? Intuitive Reasoning in Biology. In: K. Kampourakis, M.J. Reiss (Eds.), *Teaching biology in schools* (pp. 9—21). Routledge. <https://doi.org/10.4324/97813151110158-2>
12. Evans, J.S.B.T., Stanovich, K.E. (2013). Dual-process theories of higher cognition: Advancing the debate. *Perspectives on psychological science*, 8(3), 223—241. <https://doi.org/10.1177/1745691612460685>
13. Gelman, S.A., Legare, C.H. (2011). Concepts and folk theories. *Annual review of anthropology*, 40, 379—398. <https://doi.org/10.1146/annurev-anthro-081309-145822>
14. Gerstenberg, T., Tenenbaum, J.B. (2017). Intuitive theories. In: M.R. Waldmann (Ed.), *The Oxford handbook of causal reasoning* (pp. 515—548). New York: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199399550.013.28>
15. Goldberg, R.F., Thompson-Schill, S.L. (2009). Developmental “roots” in mature biological knowledge. *Psychological Science*, 20(4), 480—487. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2009.02320.x>
16. Kelemen, D., Rottman, J., Seston, R. (2013). Professional physical scientists display tenacious teleological tendencies: purpose-based reasoning as a cognitive default. *Journal of experimental psychology: General*, 142(4), 1074.
17. Labotka, D., Gelman, S.A. (2022). Scientific and Folk Theories of Viral Transmission: A Comparison of COVID-19 and the Common Cold. *Frontiers in Psychology*, 13, 929120. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.929120>
18. Lombrozo, T., Kelemen, D., Zaitchik, D. (2007). Inferring design: Evidence of a preference for teleological explanations in patients with Alzheimer's disease. *Psychological Science*, 18(11), 999—1006. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.02015.x>
19. Piaget, J. (2005). *The psychology of intelligence*. Routledge.
20. Potvin, P., et al. (2015). Persistence of the intuitive conception that heavier objects sink more: A reaction time study with different levels of interference. *International journal of science and mathematics education*, 13, 21—43. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9520-6>



21. Ronfard, S., et al. (2021). Inhibiting intuition: Scaffolding children's theory construction about species evolution in the face of competing explanations. *Cognition*, 211, 104635. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104635>
22. Shtulman, A. (2006). Qualitative differences between naïve and scientific theories of evolution. *Cognitive psychology*, 52(2), 170—194.
23. Shtulman, A., Harrington, K. (2016). Tensions between science and intuition across the lifespan. *Topics in cognitive science*, 8(1), 118—137. <https://doi.org/10.1111/tops.12174>
24. Shtulman, A., Legare, C.H. (2020). Competing explanations of competing explanations: accounting for conflict between scientific and folk explanations. *Topics in cognitive science*, 12(4), 1337—1362. <https://doi.org/10.1111/tops.12483>
25. Shtulman, A., Schulz, L. (2008). The relation between essentialist beliefs and evolutionary reasoning. *Cognitive science*, 32(6), 1049—1062. <https://doi.org/10.1080/03640210801897864>
26. Shtulman, A., Valcarcel, J. (2012). Scientific knowledge suppresses but does not supplant earlier intuitions. *Cognition*, 124, 209—215. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2012.04.005>
27. Shtulman, A., Young, A.G. (2024). Tempering the tension between science and intuition. *Cognition*, 243, 105680. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2023.105680>
28. Skelling-Desmeules, Y., et al. (2021). Persistence of the “Moving Things Are Alive” Heuristic into Adulthood: Evidence from EEG. *CBE—Life Sciences Education*, 20(3), ar45. <https://doi.org/10.1187/cbe.19-11-0244>
29. Springer, K., Keil, F.C. (1989). On the development of biologically specific beliefs: The case of inheritance. *Child development*, 60(3), 637—648. <https://doi.org/10.2307/1130729>
30. Tardiff, N., et al. (2017). Some consequences of normal aging for generating conceptual explanations: A case study of vitalist biology. *Cognitive Psychology*, 95, 145—163. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2017.04.004>
31. Thompson, V.A., Turner, J.A.P., Pennycook, G. (2011). Intuition, reason, and metacognition. *Cognitive psychology*, 63(3), 107—140. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2011.06.001>
32. Vosniadou, S. (Ed.). (2008). *International handbook of research on conceptual change*. New York: Routledge.
33. Vosniadou, S., et al. (2018). The recruitment of shifting and inhibition in on-line science and mathematics tasks. *Cognitive Science*, 42, 1860—1886. <https://doi.org/10.1111/cogs.12624>
34. Vosniadou, S., Brewer, W.F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive science*, 18(1), 123—183. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1801_4
35. Zaitchik, D., Solomon, G.E.A. (2008). Animist thinking in the elderly and in patients with Alzheimer's disease. *Cognitive Neuropsychology*, 25(1), 27—37. <https://doi.org/10.1080/02643290801904059>

Информация об авторах

Курбан Абдулкадырович Курбанов, младший научный сотрудник, лаборатория когнитивных исследований, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (ФГБОУ ВО РАНХиГС), Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7610-4509>, e-mail: kurbanov-ka@mail.ru

Владимир Феликсович Спиридонов, доктор психологических наук, профессор, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (ФГБОУ ВО РАНХиГС), Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5081-879X>, e-mail: vspiridonov@yandex.ru

Information about the authors

Kurban A. Kurbanov, Junior Research Fellow, Laboratory for Cognitive Research, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7610-4509>, e-mail: kurbanov-ka@mail.ru

Vladimir F. Spiridonov, DSc in Psychology, Professor, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5081-879X>, e-mail: vspiridonov@yandex.ru



Вклад авторов

Курбанов К.А. — концептуализация и дизайн исследования; методология; сбор и анализ данных; написание и оформление текста статьи.

Спиридонов В.Ф. — концептуализация и дизайн исследования; методология; редактирование текста статьи.

Оба автора приняли участие в обсуждении результатов и согласовали окончательный текст рукописи.

Contribution of the authors

Kurban A. Kurbanov — conceptualization and research design; methodology; data collection and analysis; writing and formatting of the article text.

Vladimir F. Spiridonov — conceptualization and research design; methodology; article text editing.

Both authors participated in the discussion of the results and approved the final text of the manuscript.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию 12.10.2024

Поступила после рецензирования 15.05.2025

Принята к публикации 20.05.2025

Опубликована 30.03.2026

Received 2024.10.12

Revised 2025.05.15

Accepted 2025.05.20

Published 2026.03.30