

Происхождение человеческой логики

Новиков Н.Б.

Институт психологии РАН, Москва,
novikov19721@rambler.ru

Аннотация. Дается описание основных форм логических умозаключений, рассматривается роль индукции и аналогии в творческом мышлении. Проводится анализ сведений, накопленных в этологии и свидетельствующих о том, что высокоорганизованным животным доступны операции обобщения и переноса. Это позволяет решить вопрос, поставленный В.Г.Редько: каким образом биологическая эволюция создала человеческую логику и почему логические формы способны адекватно отражать реальность?

1. Введение

В настоящее время весьма актуальной научной проблемой является вопрос о том, как в процессе биологической эволюции возникла человеческая логика. Эта проблема находится в центре внимания многих исследователей. Развернутое обоснование важности исследования этой проблемы дает В.Г.Редько в [1]. С точки зрения В.Г.Редько, проблема принципиальной способности познавать природу – фундаментальная гносеологическая проблема, и она должна быть проанализирована настолько глубоко, насколько это возможно. Логика (в общем смысле: дедуктивная и индуктивная), по мысли указанного автора, – наиболее четкая часть «чистого разума», так что наиболее интересная задача, подлежащая исследованию, может быть поставлена в следующей форме: как и почему в процессе биологической эволюции возникли логические системы, обеспечивающие научное познание природы? Для понимания процесса возникновения логики и осмысления того, как и почему в этом процессе появились логические формы, обеспечивающие познание природы, автор работы [1] предлагает построить модельную теорию эволюционного происхождения человеческой логики. Можно согласиться с В.Г.Редько в том, что анализ «интеллектуальных изобретений» биологической эволюции и построение теории происхождения логики представляет собой очень интересную и практически нетронутую область для теоретических исследований. «В то время как математическая логика дает ответы на вопросы: «Каковы правила человеческой логики?» и «Как использовать правила логики?», – аргументирует В.Г.Редько, – рассматриваемая здесь пока чисто умозрительно теория происхождения логики могла бы дать ответы на более глубокие вопросы: «Почему правила человеческой логики таковы, каковы они есть?» и «Почему правила логики могут корректно использоваться?» [1]. «Итак, – резюмирует В.Г.Редько, – есть благородная задача – исследовать процесс эволюционного происхождения интеллекта, и попытаться разобраться, как в этом процессе возникли логические формы, обеспечивающие научное познание природы. Исследования в этом направлении могли бы способствовать естественно-научному обоснованию теории познания и упрочнению фундамента науки» [1].

Новиков Н.Б.

В поисках биологических корней формальной логики некоторые ученые акцентируют внимание на существовании определенного сходства между дедуктивным выводом как важным компонентом этой логики и условным рефлексом, открытым И.П.Павловым. Указанные ученые считают, что выработку условного рефлекса можно рассматривать как происходящий в нервной системе животного элементарный вывод – «Если за условным стимулом следует безусловный, а безусловный стимул вызывает определенную реакцию, то условный стимул также вызывает эту реакцию» – дальний предшественник одной из основных формул дедуктивной логики.

В настоящее время трудно сказать, насколько справедлива гипотеза о возникновении дедуктивного вывода из условных рефлексов. Ситуация здесь может проясниться только после продолжительных нейрофизиологических исследований, которые покажут биологическую специфику дедуктивных умозаключений, механизмы их реализации на уровне нервных клеток (нейронов) и то общее, что есть между ними и условно-рефлекторными связями. С нашей точки зрения, эволюционные основы человеческой логики можно исследовать другим путем и на совершенно другом материале. Этим материалом могут и должны быть исследования, преследующие цель обнаружить у разных видов животных способность к индуктивному обобщению и аналогии. Как заметил в свое время Р.Л.Грегори в книге [2], «мы вправе сказать, что дедукция небиологична, поскольку ее не могло быть до появления формального языка. В связи с этим чрезвычайно заманчива мысль об индуктивной природе процесса решения проблем, который сопровождает работу воспринимающего мозга...» [2, с.204].

Исследованием интеллекта животных, характерных особенностей их психики, благодаря которым они способны решать возникающие перед ними задачи, занимается этология. Эта наука, как и другие научные дисциплины, не развивалась прямолинейно, открывая все новые и новые факты интеллектуальной деятельности животных. В отдельные периоды, когда доминирующим был взгляд о наличии резкой грани между психикой человека и животных, этология не могла похвалиться большим количеством новых результатов. Не будет ошибкой сказать, что ситуация изменилась лишь в последнее время, когда ученые стали преодолевать этот взгляд. По словам З.А.Зориной и И.И.Полетаевой, авторов книги [3], «проблемы мышления до недавнего времени практически не были предметом отдельного рассмотрения в пособиях по поведению животных, высшей нервной деятельности, а также зоопсихологии. Если же авторы затрагивали эту проблему, то старались убедить читателей в слабом развитии их рассудочной деятельности и наличии резкой (непроходимой) грани между психикой человека и животных. К.Э.Фабри, в частности, в 1976 году писал: «Интеллектуальные способности обезьян, включая антропоидов, ограничены тем, что вся их психическая деятельность имеет биологическую обусловленность, поэтому они не способны к установлению мысленной связи между одними лишь представлениями и их комбинированием в образы» [3, с.17].

Происхождение человеческой логики

2. Основные формы логических умозаключений

Основные формы (принципы) умозаключений, характерные для логического мышления, хорошо известны: это индукция, дедукция и аналогия. Вкратце их можно охарактеризовать следующим образом. Индукция – это вывод о множестве, основывающийся на рассмотрении отдельных (единичных) элементов этого множества. Дедукция – это, наоборот, вывод об элементе, основанный на знании определенных качеств того множества, в состав которого он входит. Аналогия – это вывод об элементе (множестве), переносящий на него свойства другого элемента (множества). Если в индуктивных рассуждениях наша мысль движется от частного к общему, то в дедуктивных выводах – от общего к частному, а в аналогии осуществляется переход (трансляция) от частного к частному. Аналогию часто называют еще переносом (транспонированием, экстраполяцией).

Между дедуктивными и индуктивными рассуждениями существует принципиальное различие, которое заключается в следующем. В дедуктивном умозаключении истинность исходных посылок гарантирует истинность финального вывода, а в случае индукции такой гарантии нет: при истинных посылках возможен и ошибочный вывод, поскольку здесь имеет существенное значение не только истинность посылок, то есть достоверность единичных фактов, но и их количество. Если единичных (частных) фактов, которые подвергаются индуктивному обобщению, недостаточно, то существует риск сделать неправильное умозаключение, выдвинуть ошибочную идею. С другой стороны, при достаточном количестве указанных фактов высока вероятность получить вполне достоверный результат (достоверное обобщение). В аналогии истинность посылки также не гарантирует истинности финального вывода, поэтому многие исследователи относят аналогию к разряду индуктивных способов обработки информации. В качестве исходных посылок в аналогии выступает сходство двух разных объектов в отдельных признаках (качествах), а финальный вывод состоит в предположении о наличии сходства и в других признаках этих объектов. Здесь важны сразу несколько факторов: истинность исходной информации о сходстве, типичность сравниваемых признаков и количество действительно сходных признаков. Описание важного различия между индукцией и дедукцией содержится во многих работах, например, в книге Д.А.Поспелова [4]. В данной книге Д.А.Поспелов отмечает: «Если посылки в дедуктивной схеме выбраны правильно, являются истинными, то получаемые с их помощью заключения не могут быть ложными. Если они нас чем-то настораживают, то надо еще раз проверить истинность посылок. Убедившись в их правоте, ничего не остается делать, как полностью принять следующие из них выводы. Если посылки в индуктивной схеме выбраны правильно, являются истинными, то получаемые с их помощью заключения могут быть как истинными, так и ложными. Та или иная точка зрения на заключения зависит от степени субъективной уверенности в достаточности посылок для получения заключения» [4, с.88].

Ввиду того, что в дедуктивных схемах обработки информации каждый шаг практически однозначно определяется предыдущими шагами и столь же однозначно определяет последующие шаги, оказалось возможным

формализовать эти схемы, то есть разработать строгое формализованное описание правил корректных рассуждений, основанных на дедукции. Значительных успехов на этом поприще достиг Аристотель, создавший силлогистику – одну из первых моделей дедуктивного построения знания. Силлогистика представляет собой достаточно оригинальную логическую конструкцию, непреходящее значение которой состоит в том, что она послужила образцом для создания ряда известных аксиоматических теорий. В частности, аксиоматическая система Евклида была создана в духе тех принципов построения и исследования дедуктивных систем знания, которые сформулировал Аристотель применительно к силлогистике. Дедуктивная модель Аристотеля отличается относительной простотой, элегантностью, известной степенью самоочевидности устанавливаемых в ней логических законов, которые формулируются почти на естественном языке, без использования сложной символики.

Воздвигнув здание силлогистики, Аристотель пытался сделать нечто аналогичное и для индукции, построить теорию индуктивного силлогизма. Но эта попытка не увенчалась успехом. «Индуктивные рассуждения, – замечает Д.А.Поспелов, – никак не хотели отливаться в ту стройную форму, которая так подошла дедуктивным рассуждениям. Попытки адептов учения Аристотеля исправить, уточнить, расширить понятие индуктивного силлогизма остались тщетными» [4, с.87].

Причина, по которой Аристотелю и другим ученым не удалось формализовать индукцию, построить теорию индуктивного силлогизма, достаточно проста. В индукции, как и в аналогии, исходные посылки определяют конечный вывод не однозначно, а с определенной степенью вероятности. В связи с этим указанные формы умозаключений можно отнести к области вероятностной логики, понятие которой вводил еще Джон фон Нейман. Когда ученый, находясь в условиях неполноты информации, недостатка сведений, необходимых для принятия точных решений, использует индуктивные способы аргументации, а также аналогию, его мысль работает в режиме вероятностной логики. Идеи, возникающие благодаря этой логике, как правило, не имеют строгого обоснования, они приобретают его гораздо позже. Вполне возможно, что именно при использовании принципов вероятностной логики (неполной индукции и неполной аналогии) возникает иллюзия разрыва логической последовательности мыслей, прыжка через длинную цепь рассуждений, о которых говорят специалисты. Может ли творец научных или технических идей воздерживаться от применения неполной индукции и неполной (нестрогой) аналогии? Для этого ему пришлось бы ждать появления полного (исчерпывающего) набора экспериментальных данных, подтверждающих его идею, а на это может не хватить и всей его жизни. Кроме того, при таком ожидании, при отказе от использования стратегий вероятностной логики наука перестала бы развиваться столь стремительно, как это происходит в действительности. Как заметил Ф.Энгельс, «если бы захотели ждать, пока материал будет готов в чистом виде для закона, то это значило бы приостановить до тех пор мыслящее исследование и уже по одному этому мы никогда не получили бы закона» [5].

Происхождение человеческой логики

Несмотря на то, что многие научные открытия возникли на основе индукции и аналогии, в чем легко убедиться при рассмотрении истории различных научных идей, эти принципы мышления часто не находят адекватной оценки и описания. Даже Д.Пойа, обративший наше внимание на роль правдоподобных рассуждений в творческой деятельности, делал существенные оговорки. В частности, в своей книге «Математическое открытие» он указывает: «...Логика – это дама, стоящая у выхода магазина самообслуживания и проверяющая стоимость каждого предмета в большой корзине, содержимое которой отбиралось не ею» [6].

Серьезной критике индуктивный способ обработки информации подвергся со стороны Карла Поппера. В книге [7] он пишет: «Индукция – это безнадежная путаница, а поскольку проблему индукции можно решить хотя и в отрицательном смысле, но, тем не менее, достаточно недвусмысленно, мы можем считать, что индукция не играет никакой органической роли в эпистемологии, или в методе науки и росте науки» [7, с.88]. По мнению Поппера, те правила, которые философы все еще используют как стандартные примеры правил индукции (и надежности) – все ложны, даже когда они являются хорошими приближениями к истине. Подлинной индукции на основе повторения не существует. То, что выглядит как индукция, есть гипотетическое рассуждение, хорошо испытанное, хорошо подкрепленное и согласующееся с разумом и здравым смыслом, но не более.

Главной причиной такого отношения Поппера к индукции послужило то, что единичные высказывания, из которых выводятся универсальные законы, не оправдывают и не доказывают эти законы. Сколько бы белых лебедей мы ни наблюдали, наш индуктивный вывод о том, что все лебеди белые, окажется ошибочным, как только мы обнаружим хотя бы одного черного лебедя. Другими словами, истинность исходных посылок не обещает истинности финальных (обобщающих) заключений. Легко заметить, что Поппер хотел бы иметь в своем распоряжении более совершенный инструмент, чем индукцию, которая часто гарантирует лишь вероятность истины. И он отказывает индукции в праве на существование именно потому, что она имеет вероятностную природу, связанную с риском, неопределенностью, неалгоритмичностью. С таким взглядом, однако, трудно согласиться, поскольку нельзя ставить вопрос о существовании объекта в зависимость от того, нравится он нам или нет. Если Поппер готов признать реальность лишь такого метода, который застрахован от ошибок, то такая позиция символизирует не что иное, как веру в универсальный алгоритм, в самом себе содержащий критерии истинности. Однако возможность такого алгоритма запрещена теоремой Геделя о неполноте.

М.Бунге в книге [8] выдвинул против индукции другое возражение, согласно которому она не может быть отработанным и стандартизированным методом обобщения информации, содержащейся в исходных посылках, так как для открытия самих посылок не предусмотрено никакого метода. Конечно, любой способ обобщения исходных посылок находится в прямой зависимости от наличия этих посылок. Причем, для выдвижения новых идей важны не просто какие-либо факты, а факты, которые еще не были предметом рассмотрения ученых. Такие факты добываются в экспериментах. Но

Новиков Н.Б.

исследователи, ставящие эти эксперименты, заранее не знают, как и при каких условиях можно обнаружить новые факты, новые явления. В результате они занимаются последовательным перебором разных вариантов, который иначе называется методом проб и ошибок. Существенную роль при этом играет фактор случая. Таким образом, отвечая на возражение М.Бунге, следует сказать, что инструментом открытия исходных посылок, из которых выдающиеся ученые делают индуктивные выводы, является метод проб и ошибок и фактор случая. История научных открытий демонстрирует многочисленные примеры, когда новые теории возникали как раз на базе фактов, обнаруженных в определенной степени случайно. Никто не будет спорить с тем, что определенная роль фактора случая присутствует в открытии рентгеновских лучей (В.Рентген, Нобелевская премия 1901 г.), в открытии явления радиоактивности (А.Беккерель, Нобелевская премия 1903 г.), в обнаружении лечебного действия ультрафиолетовых лучей (Н.Финзен, Нобелевская премия 1903 г.), в открытии бесклеточного брожения (Э.Бухнер, Нобелевская премия 1907 г.), в обнаружении условных рефлексов (И.Павлов) и т.д.

Именно фактор случая лежит в основе явления непредсказуемости новых научных достижений. Один из изобретателей лазеров, лауреат Нобелевской премии по физике Чарльз Таунс в статье [9] пишет: «Элемент неожиданности – постоянная составная часть технического прогресса, и это как раз то, что невероятно трудно совместить с любым из обычных принципов планирования» [9, с.160]. «Можно ли, - спрашивает Ч.Таунс, - запланировать новую идею и новое, пока еще не известное техническое изобретение? Конечно, нет. Мы не можем доказать, что данное научное направление приведет к новым техническим достижениям, если мы пока не знаем даже сути этих достижений» [там же, с.160].

Трудно понять, почему К.Поппер не увидел важных составляющих научного творчества в индукции и в факторе случая, который обеспечивает логические обобщения исходными посылками (единичными фактами, подлежащими обработке). Ведь он был прекрасно знаком с методом проб и ошибок и всюду подчеркивал, что развитие науки идет по пути проб (создания теорий) и устранения ошибок. В своей концепции эволюционной эпистемологии К.Поппер проводил прямую аналогию между естественным отбором, сохраняющим в биологической эволюции наиболее приспособленные (адаптированные) виды, и отбором научных теорий, которые лучше других интеллектуальных конструкций отражают реальность. В книге [10] К.Поппер констатирует: «Животные и даже растения приобретают знания методом проб и ошибок или, точнее, методом опробования тех или иных активных движений, тех или иных априорных изобретений и устранением тех из них, которые «не подходят», которые недостаточно хорошо приспособлены. Это имеет силу для амебы (Дженнингс, 1906), и это имеет силу для Эйнштейна» [10, с.68]. Обнаружив аналогию между сформулированным Дарвином механизмом естественного отбора и процессом селекции идей и гипотез в развитии научного знания, Поппер почему-то не заметил другую параллель: сходство между механизмом случайного возникновения полезных наследственных изменений в эволюции и ролью фактора случая в научных открытиях. Правда, следует говорить не о случайности теорий, которые представляют собой систему

Происхождение человеческой логики

определенных взаимосвязанных идей, а о случайности обнаружения тех новых фактов, которые выступают в качестве исходных посылок этих идей.

История научных открытий демонстрирует, что фактор случая, базирующийся на методе проб и ошибок, является одним из главных поставщиков новой информации, новых сведений в науке. Последние же составляют не что иное, как исходные посылки индуктивных обобщений. Следовательно, можно говорить о такой стратегии научной деятельности, как индукция с фактором случая. Введение понятия индукции с фактором случая дает возможность ответить на вопрос М.Бунге, откуда берется материал для индуктивных обобщений. Одновременно это понятие повышает статус самой индукции, поскольку устраняет пробел, существовавший в наших знаниях о происхождении исходной (первичной) информации для логической обработки.

Анализ индукции с фактором случая показывает, что в большинстве случаев найти новый факт (исходную посылку) гораздо труднее, нежели сделать вывод из этого факта. Например, индуктивный вывод о составной (кварковой) структуре нуклонов базировался на факте глубоко неупругого рассеяния электронов на протонах и нейтронах. Для обнаружения же этого факта потребовалось сначала создать ускоритель элементарных частиц стоимостью 114 миллионов долларов. Это означает, что в данном случае исходная посылка, наводившая на очень важное заключение, стоила 114 миллионов долларов. Впоследствии ученые, обнаружившие этот факт, Г.Кендалл и Д.Фридман, были удостоены Нобелевской премии. Поиск информации, допускающей неожиданные и весьма ценные обобщения, чаще всего требует колоссальных усилий и времени. Вот почему многие знаменитые ученые и изобретатели связывают творчество с терпением, трудом, упорством, готовностью бить в одну точку.

Роль аналогии в творческом мышлении столь же колоссальна, как и роль индукции. Психологи уже осознали, что любые креативные продукты возникают в результате рекомбинации известных идей через новые связи и отношения. Опираясь на аналогию (сходство), креативное мышление способно наводить мосты между самыми различными теоретическими конструкциями (и техническими объектами). Эта особенность креативного мышления является центральной и определяет продуктивность самого процесса творческой деятельности. Использование аналогий является постоянным способом поведения человека в том случае, когда он оказывается в новой области.

Одной из основ нашей способности к постоянному генерированию аналогий является автоассоциативная природа нашей памяти. Установлено, что по-настоящему беспорядочных мыслей вообще не существует. Воспоминания всплывают в памяти путем ассоциирования. Благодаря этому человеческий мозг способен воспроизвести полную последовательность каких-либо сведений на основе неполной или искаженной входной информации. Последнее касается как пространственных, так и временных сигналов. Таким образом, новая кора нашего мозга (неокортекс), выполняющая наиболее важные когнитивные функции, – это сложная биологическая автоассоциативная система. В каждый момент времени каждая функциональная зона этой системы зорко бдит, не появились ли на входе знакомые элементы или их фрагменты. Визуальный

Новиков Н.Б.

сигнал – появление знакомого – заставляет мозг включиться в процесс вспоминания других сигналов, ассоциируемых с ним [11].

Лучшей иллюстрацией ценности аналогии являются многочисленные научные открытия, стимулом (толчком) для которых послужило использование ученым именно данной интеллектуальной стратегии. Как ни удивительно, существует значительное количество научных идей, которые не просто возникли на основе аналогии, но были увенчаны Нобелевской премией. Это говорит о том, что аналогия является тем интеллектуальным механизмом, который наряду с другими эвристическими приемами (прежде всего, индукцией) способен приводить к научным результатам высокой общественной значимости. Поскольку в ряде случаев получение таких результатов дает нам право наделять ученого, сделавшего открытие, статусом гения, можно сказать, что аналогия – один из ключевых принципов мышления гениев. Образно выражаясь, не будет ошибкой отметить, что мозг гениев – это фабрика по производству аналогий. К такому взгляду, между прочим, был близок выдающийся американский математик польского происхождения Станислав Улам, который в книге [12] пишет: «И то, что мы называем талантом или гением, в значительной степени зависит от умения искусно пользоваться своей памятью, с тем, чтобы найти аналогии – в прошлом, настоящем и будущем – которые, как говорил Банах, необходимы для развития новых теорий» [12, с.160].

Приведем для наглядности таблицу научных идей, которые в свое время были удостоены Нобелевской премии (высшей научной наградой нашего времени) и которые появились на свет благодаря использованию аналогии. Ввиду ограниченности объема статьи мы не можем включить в данную таблицу слишком много идей, рожденных аналогией.

Таблица 1. Научные аналогии, удостоенные Нобелевской премии

№	Автор идеи	Содержание реализованной аналогии	Общественное признание
1	Якоб Вант-Гофф	Разработка термодинамической теории разбавленных растворов по аналогии с теорией газов (по аналогии с молекулярно-кинетической теорией газов)	Нобелевская премия, 1901 г.
2	Альфред Вернер	Разработка координационной теории комплексных соединений ряда металлов по аналогии со стереохимической теорией соединений углерода Вант-Гоффа	Нобелевская премия, 1913 г.
3	Макс Планк	Идея о существовании квантов (отдельных порций) энергии излучения, возникшая по аналогии с гипотезой Л.Больцмана о дискретности энергии молекул идеального газа	Нобелевская премия, 1918 г.

Происхождение человеческой логики

4	Альберт Эйнштейн	Квантовая теория фотоэффекта, созданная по аналогии с идеей М.Планка о квантовой природе энергии излучения черного тела	Нобелевская премия, 1921 г.
5	Луи де Бройль	Предсказание дифракции электронов, сделанное по аналогии с дифракцией световых лучей	Нобелевская премия, 1929 г.
6	Венката Раман	Идея о существовании комбинационного рассеяния света, возникшая по аналогии с эффектом Комптона	Нобелевская премия, 1930 г.
7	Эрвин Шредингер	Волновое уравнение для описания частиц в рамках квантовой механики, полученное благодаря использованию оптико-механической аналогии	Нобелевская премия, 1933 г.
8	Поль Дирак	Разработка математических методов квантовой механики по аналогии с методами классической гамильтоновой механики	Нобелевская премия, 1933 г.
9	Эрнест Лоуренс	Идея о создании циклотрона – устройства, в котором элементарные частицы разгоняются магнитным полем, возникшая по аналогии со схемой ускорителя частиц Р.Видероз, в котором они разгоняются электрическим полем	Нобелевская премия, 1939 г.
10	Хидеки Юкава	Гипотеза о существовании мезонов – переносчиков ядерного взаимодействия, базировавшаяся на аналогии с существованием фотонов как переносчиков электромагнитного взаимодействия	Нобелевская премия, 1949 г.
11	Николай Семенов	Идея о существовании разветвленных цепных химических реакций, возникшая по аналогии с разветвленными колониями размножающихся бактерий	Нобелевская премия, 1956 г.
12	Рудольф Мессбауэр	Нашел правильную трактовку резонансного поглощения гамма-квантов атомными ядрами по аналогии с тем, как У.Лэмб объяснил резонансное поглощение медленных нейтронов в кристаллах	Нобелевская премия, 1961 г.
13	Д.Уотсон, Ф.Крик	Гипотеза о спиральной структуре молекулы ДНК, возникшая по аналогии со спиральной структурой молекулы белка, установленной Л.Полингом	Нобелевская премия, 1962 г.
14	М.Гепперт-Майер, Й.Йенсен	Гипотеза о том, что нуклоны в ядре распределены по оболочкам, основанная на аналогии с тем, что электроны в атоме также распределены по оболочкам	Нобелевская премия, 1963 г.

Новиков Н.Б.

15	Евгений Вигнер	Перенос математической теории групп в теорию колебаний молекул и в квантовую физику кристаллов	Нобелевская премия, 1963 г.
16	Джулиус Швингер	Предсказание W-бозонов – гипотетических квантов, являющихся переносчиками слабого взаимодействия, по аналогии с фотонами – переносчиками электромагнитного взаимодействия	Нобелевская премия, 1965 г.
17	Роберт Малликен	Разработка в химии метода молекулярных орбиталей по аналогии с методом атомных орбиталей, заимствованным из физики	Нобелевская премия, 1966 г.
18	Мюррей Гелл-Манн	Перенос математической теории групп в область классификации элементарных частиц	Нобелевская премия, 1969 г.
19	Бенджамин Мотельсон, Оге Бор	Предсказание эффекта спаривания нуклонов (протонов и нейтронов) внутри атомного ядра по аналогии с существованием спаренных электронов в теории сверхпроводимости	Нобелевская премия, 1975 г.
20	Стивен Вайнберг	Построение теории слабого ядерного взаимодействия по аналогии с квантовой электродинамикой (КЭД)	Нобелевская премия, 1979 г.
21	Шелдон Глэшоу	Предсказание четвертого кварка (кварка очарования) по аналогии с существованием семейства из четырех лептонов	Нобелевская премия, 1979 г.
22	Кеннет Вильсон	Перенос метода ренормализационной группы в теорию фазовых переходов в спиновых системах	Нобелевская премия, 1982 г.
23	Пьер Жиль де Жен	Разработка теории превращений жидких кристаллов из одного состояния в другое по аналогии с теорией фазовых переходов Л.Д.Ландау	Нобелевская премия, 1991 г.
24	Алексей Абрикосов	Предположение о существовании вихревых структур в сверхпроводниках 2 рода, основанное на аналогии с вихревыми структурами в жидком гелии	Нобелевская премия, 2003 г.
25	Еитиро Намбу	Использование понятия спонтанного нарушения симметрии в теории элементарных частиц по аналогии с использованием данного понятия в теории сверхпроводимости Н.Боголюбова	Нобелевская премия, 2008 г.

Происхождение человеческой логики

Описав основные формы человеческой логики, мы убедились, что их немного и они хорошо всем нам известны. Вкратце рассмотрев роль индукции (обобщения) и аналогии (переноса) в творческом мышлении, мы увидели, что эти способы переработки информации являются определяющими в познании нового (постижении неизвестного). Для решения вопроса о происхождении логических форм, которыми наделен человек, необходимо проанализировать, имеются ли зачатки (элементы) этих форм у приматов и других животных. Для этого обратимся к данным этологии, которая на протяжении длительного времени (возраст этологии как науки составляет около 100 лет) концентрирует свои усилия на изучении элементарной рассудочной деятельности наших эволюционных предшественников.

3. Способность животных к экстраполяции

Мы начнем рассмотрение с самой простой формы аналогии, впервые возникающей у животных в процессе эволюции, – способности к экстраполяции. Человек, строя прогноз событий на некоторое время вперед, как правило, по аналогии экстраполирует (переносит) динамику изменения этих событий из настоящего в будущее. В этом переносе содержится своеобразное обобщение того, что известно сейчас, на то, что произойдет через какой-то промежуток времени. То же самое способны делать животные. Этот факт обнаружил и внимательно исследовал российский биолог Л.В.Крушинский. Он показал, что способность животных к экстраполяции можно анализировать на примере их способности экстраполировать направление движения раздражителя. Основной экспериментальный подход, разработанный Л.В.Крушинским, состоял в следующем. Животное должно находить кормушку, двигаясь прямолинейно с постоянной скоростью. Первоначальный отрезок ее движения проходит в поле зрения животного, а затем кормушка скрывается за преградой (ширмой). Животное устремляется к месту выхода кормушки с кормом из непрозрачного коридора. При этом животное определяет изменение положения кормушки, то есть направление ее движения после исчезновения за укрытием. Таким образом, используя свою «систему отсчета», животное экстраполирует направление смещения кормушки с кормом, то есть использует предварительно воспринятую информацию об изменении положения объекта в данной среде для построения логики своего будущего поведения. Тесты на экстраполяцию, предъявлявшиеся животным разного филогенетического уровня, выявили способность многих из них решать эту задачу. Экстраполяция, реализуемая животными, представляет собой простейшую форму вероятностного прогнозирования, при котором осуществляется предвосхищение будущего на основе опыта и информации о наличной ситуации. Исследования Л.В.Крушинского показали, что способность к экстраполяции имеется у животных многих видов: хищных, млекопитающих, дельфинов, врановых птиц, черепах, крыс-пасюков, мышей некоторых генетических групп. Не удалось обнаружить эту способность у животных, стоящих на низкой ступени филогенетического развития: рыб, амфибий, кур, голубей, большинства грызунов. Эти животные обходили ширму (преграду) чисто случайно. Л.В.Крушинский изучал также структуры мозга, ответственные за

Новиков Н.Б.

экстраполяцию у разных видов животных. Давая общую оценку работ Л.В.Крушинского в этой области, З.А.Зорина и И.И.Полетаева в книге [3] отмечают, что с помощью теста на экстраполяцию, который позволяет давать точную количественную оценку результатов его решения, впервые была дана широкая сравнительная характеристика развития зачатков мышления у позвоночных всех основных таксономических групп, изучены их морфофизиологические основы, некоторые аспекты формирования в процессе онто- и филогенеза, то есть практически весь круг вопросов, исследование которых необходимо для всестороннего описания поведения. «Способность к экстраполяции, – пишут указанные авторы, – представляет собой относительно универсальную когнитивную функцию, в той или иной степени доступную широкому диапазону видов позвоночных, начиная с рептилий. Таким образом, самые первые и примитивные биологические предпосылки мышления человека возникли на ранних этапах филогенеза позвоночных» [3, с.253].

4. Интеллектуальные способности птиц

Значительный вклад в понимание сложных психических функций птиц внес брат В.Келера, коллега и единомышленник одного из основателей этологии К.Лоренца Отто Келер (1889-1974). О.Келер исследовал широкий круг проблем поведения животных, но основную известность получили его опыты по обучению птиц «счету», а точнее – оценке и оперированию количественными, и в особенности числовыми параметрами стимулов. При планировании своих опытов Келер исходил из предположения, что на доречевом уровне у животных существует способность количественно сравнивать группы одновременно предъявляемых предметов и оценивать число следующих друг за другом раздражителей независимо от ритма их предъявления. Базируясь на этом предположении, Келер провел эксперименты, которые подтвердили его гипотезу. В своих опытах Келер заставлял птиц делать выбор по образцу, что само по себе трудная задача, доступная главным образом высшим обезьянам. Подопытному попугаю, галке или вороне предъявляли карточку с определенным количеством точек и обучали открывать коробку с тем же числом точек на крышке независимо от их цвета, формы и взаимного расположения, которые постоянно меняли. Отдельных птиц удавалось научить решать все варианты используемых задач. В ходе этих опытов Келер обнаружил высокую способность птиц к обобщению количественных параметров стимулов, позволяющую узнавать любые стимулы, состоящие из определенного числа элементов. В опытах Келера (1956) попугаи и вороны, сформировав обобщение об определенном числе единиц, могли узнавать не только любое соответствующее множество одновременно предъявляемых зрительных стимулов, но и такое же число последовательно действующих звуковых сигналов. Наряду с этим они могли применить его, когда требовалось совершить столько действий, сколько элементов было изображено на образце. Благодаря работам О.Келера «счет» у животных сделался такой же моделью для изучения зачатков мышления, как орудийная и конструктивная деятельность. Эксперименты Келера подвергались критике по поводу недостаточно высокого уровня контроля. Однако повторение их с помощью видоизмененных методик,

Происхождение человеческой логики

включающих компьютерный контроль за выполнением экспериментов, подтвердило полученные ранее результаты. Так, в одном из экспериментов голубей учили в камере Скиннера клевать один из двух ключей с нанесенными на них точками. Количество точек различалось лишь на одну. Если они клевали ключ с большим числом точек, то получали вознаграждение, а с меньшим – наказание (в камере выключали свет и опыт на короткий период прекращали). Голуби оказались способны отличать множества в пределах 7-ми точек.

Похожие исследования провел Уилсон с соавторами (1985). Для изучения способности птиц к обобщению по признаку «сходство» Уилсон с коллегами сначала обучал галок выбору по образцу стимулов (предметов) разного цвета, а в тесте на перенос использовал карточки, поверхность которых была покрыта разным типом штриховки. Оказалось, что в этом случае галки справились с тестом на перенос при первых же предъявлениях новых стимулов. Это означает, что у них произошло обобщение признака «сходство», они смогли сформировать единое правило выбора, общее для разных категорий признаков. Они абстрагировались от конкретных особенностей стимулов. Галки, решившие тест на перенос при первых же предъявлениях, выбирали образец не по частному правилу «сходство по цвету», а по более отвлеченному правилу «сходство вообще», применимому к любым стимулам.

Способность птиц к обобщению числовых параметров среды исследовалась З.А.Зориной и А.А.Смирновой. В качестве объектов исследования выступали вороны. При этом ученые использовали несколько методик, направленных не на выработку определенной реакции на конкретный стимул, а на выделение общего для разных стимулов признака и формирование отвлеченного правила выбора. Они исходили из того, что если при первых же предъявлениях новых стимулов животное легко решает задачу, значит, оно усвоило такое правило и способно к обобщению. Полученные данные позволили им сделать вывод, что не только у высших приматов, но и у некоторых птиц довербальное мышление достигло в своем развитии того промежуточного этапа, который, по мнению Л.А.Орбели, позволяет использовать символы вместо реальных объектов и явлений и который в эволюции предшествовал формированию второй сигнальной системы. З.А.Зорина и А.А.Смирнова обнаружили у ворон способность выявлять аналогию между разными стимулами в условиях, когда между последними не было никакого физического сходства, но один из стимулов соответствовал образцу по соотношению размера, формы или цвета составляющих элементов. Понятие довербального мышления ввел еще О.Келер. З.А.Зорина трактует довербальное мышление как стадию развития психики животных, когда на основе процессов обобщения и абстрагирования у них могут формироваться довербальные понятия – информация о свойствах предметов и явлений, хранящаяся в памяти в более или менее отвлеченной форме. Довербальное мышление животных определяет их способность к переносу правильных выборов на более широкий диапазон стимулов, в том числе стимулов других категорий и других модальностей. Пример формирования у животных довербальных понятий - опыты Уилсона (1985), в которых галки, обученные выбору по образцу, давали правильные ответы на новые стимулы совершенно другой категории (не цвет, а разные типы штриховки). Подробное описание

Новиков Н.Б.

экспериментов З.А.Зориной и А.А.Смирновой, в которых анализируется способность птиц к «счету» и обобщению, содержится в их статье [13].

Известно, что у человека за способность к счету отвечают некоторые области коры головного мозга, в частности нижнетеменная. Коль скоро птицы тоже способны считать, следует признать, что функция счета выполняется у них иными структурами мозга. Этот вывод подсказывается тем, что мозг птиц устроен иначе, чем у высших млекопитающих. Отсюда видно, что фундаментальные свойства интеллекта способны реализовываться у разных видов животных с самой разной архитектурой нервной системы.

5. Интеллект морских млекопитающих (дельфинов)

Характерные особенности высокоорганизованного поведения дельфинов исследовались В.Келлогом и Ш.Райсом (1966). В целях выяснения возможностей дельфинов к переносу опыта было выбрано 12 пар фигур, которые дельфин различал в результате обучения; 10 пар других комбинаций тех же фигур предъявлялись дельфину в качестве новых тестовых задач для различения. В тестовых парах обе фигуры, только положительную или отрицательную, поворачивали на 90 или 180°, а в ряде опытов заменяли на другие. Дельфин выбирал положительную фигуру независимо от угла ее поворота и сочетания в паре с другой отрицательной фигурой, а также при замене положительного треугольника на круг. Результаты проведенных экспериментов продемонстрировали способность дельфинов к некоторым формам обобщений, сопоставимым, по мнению авторов, с таковыми у обезьян. Здесь поясним, что положительный стимул – это стимул, за выбор которого животное получает вознаграждение, а отрицательный стимул – за выбор которого он не получает его. Несмотря на некоторые методические погрешности, работа В.Келлога и Ш.Райса остается одним из наиболее интересно задуманных и тщательно выполненных исследований способности дельфинов к сложным видам обучения дифференцированию геометрических фигур и переносу навыка для выявления отношений между стимулами. Решение дельфинами сложных задач по дифференцированию типа «выбора по образцу» и вычленение положительной фигуры при пробах на инвариантность (изменение ее положения) показывают, что дельфины, как и обезьяны, способны к обобщениям. Такие формы обобщений уже Л.А.Фирсов (1972) рассматривал как «модель элементарной абстракции». В ряде экспериментов (Адлер, Адлер, 1982) дельфинам была предложена задача выбора по образцу в несколько измененной (нестандартной) форме – в форме «смены принципа выбора». У дельфинов вырабатывался условный положительный рефлекс на белый квадрат определенного размера, предъявляемый над водой, а затем им предлагалось выбрать этот положительный стимул из четырех других квадратов. В первом варианте опыта они выбирали его среди четырех белых квадратов разного размера, во втором – из четырех квадратов такого же размера, но разных оттенков. Адлеры экспериментировали с двумя дельфинами афалинами. Оба дельфина с высокой степенью надежности справились с обоими вариантами этой задачи. Авторы исследования вполне обоснованно заключили, что их эксперименты демонстрируют достаточно высокий уровень

Происхождение человеческой логики

познавательных способностей дельфинов афалин. Н.Л.Крушинская и Т.Ю.Лисицына отмечают: «Исследование возможности выработки у дельфинов наличного и отсроченного выбора по тождеству сигналов выявило у них способность к решению этих задач того же уровня, что и у обезьян. Процесс образования выбора по тождеству сигналов осуществляется животными не на основе жесткой системы «сигнал-реакция», а путем обобщения одного или нескольких признаков раздражителя. Такая форма обобщений у животных классифицируется исследователями как «интеллектуальные формы поведения» [14].

Наиболее убедительные доказательства того, что дельфинам (афалинам) доступны операции обобщения и переноса, представлены в работах А.П.Надолишней, проведенных совместно с Ю.Д.Стародубцевым и другими учеными. Результаты своих исследований А.П.Надолишняя изложила в диссертации «Способность черноморских дельфинов афалин к обобщению по относительным признакам». В автореферате данной диссертации [15] А.П.Надолишняя пишет: «В результате проведенных исследований впервые получены данные о способности дельфинов афалин формировать в условиях «свободного выбора» обобщенные правила решения задач, основанные на оперировании относительными пространственными признаками «средний» и «верхний», и применять сформированные правила в новых ситуациях. На основе разработанного приема исследования получены оригинальные данные о способности дельфинов к поиску и обозначению двух одинаковых или подобных стимулов в наборе из трех и четырех предметов. Разработанная система тестов позволила выявить способность дельфинов афалин к высокому уровню обобщения – формированию представлений «среднее положение предмета в группе», «верхнее положение предмета в группе», «одинаковость по форме», «подобие», а также к формированию довербального понятия «одинаковость вообще». Полученные данные о способности дельфинов афалин усваивать отвлеченные правила решения задач при использовании только одного набора стимулов и применять сформированные правила к широкому диапазону ситуаций согласуются с результатами, полученными на человекообразных обезьянах» [15, с.4]. А.П.Надолишняя работала с несколькими дельфинами, одного из которых звали Мак. Вот что она говорит о нем: «Дельфин оказался способен к переносу ранее сформировавшегося правила выбора стимулов по относительному признаку «одинаковость» (по форме, размеру, материалу) в ситуацию экстренной необходимости выбора стимулов по подобию – одинаковой формы, но разных размера и материала. Этот же дельфин оказался способен к переносу правила выбора двух одинаковых по форме предметов в ситуацию экстренной необходимости выбора двух стимулов, одинаковых по размеру» [там же, с.15]. По свидетельству А.П.Надолишней, то, что даже при предъявлении натуральных стимулов (рыбы) трое из шести экспериментальных дельфинов в первом опыте теста совершали выбор, руководствуясь усвоенным ранее правилом, говорит о высокой степени абстрагирования и обобщения, позволившей животным отвлекаться даже от таких значимых абсолютных признаков, как «пища», и «объект охоты». Достоверный выбор двумя дельфинами среднего из пяти предметов после решения ими разнообразных задач с предъявлением трех предметов говорит о том, что

Новиков Н.Б.

животные руководствовались представлением о среднем положении предмета в группе и свидетельствует о высоко развитой способности черноморских дельфинов афалин к обобщению по относительному признаку. «Результаты решения дельфинами тестовых заданий с применением нового набора стимулов и с изменением взаиморасположения предметов базового набора, – поясняет А.П.Надолишня, – показали, что усвоенное на одном наборе стимулов правило оказалось в достаточной степени отвлеченным, и оно было использовано животными в новых ситуациях. Это согласуется с полученными ранее экспериментальными данными о том, что дельфины, как и человекообразные обезьяны, могут усваивать отвлеченное правило выбора по образцу и переносить его на новые стимулы после обучения только с одним-двумя наборами стимулов» [15, с.19].

6. Когнитивные аспекты поведения обезьян

Когда Аристотель назвал обезьяну смешной копией человека, а Карл Линней, создатель современной классификации растений и животных, поместил человека и приматов в один отряд, они явно не догадывались, насколько они правы. По-видимому, об этом не догадывался и Чарльз Дарвин, когда говорил, что человек произошел от обезьяны. Объем информации о сходстве различных признаков человека и шимпанзе, которая была известна этим деятелям науки, не идет ни в какое сравнение с тем объемом информации, которая известна сейчас. На наш взгляд, в последнее время исследованы и описаны наиболее существенные признаки, сближающие человека и других представителей отряда приматов, – способность к принятию решений на основе индукции и аналогии. Каковы эволюционные (биологические) истоки логических схем познавательной деятельности? Откуда взялась человеческая логика? Ответ достаточно прост и имеет все шансы на справедливость: эта логика возникла из интеллекта обезьян, из их способности к операциям обобщения и переноса, которые составляют наиболее важные качества интеллекта вообще, а не только психики животных. Вопрос, поставленный В.Г.Редько в его книге [1]: как в процессе эволюции появились логические формы, обеспечивающие научное познание природы? – получает свое естественное разрешение!

Первые экспериментальные исследования, показавшие наличие у шимпанзе операций обобщения и абстрагирования, провела Н.Н.Ладыгина-Котс (1913, 1923). Она работала с шимпанзе по имени Иони, который прожил в ее семье два с половиной года. Благодаря возможности постоянно наблюдать за Иони был впервые описан поведенческий репертуар молодого шимпанзе, включающий его игровую, исследовательскую и конструктивную деятельность. Особое значение имели наблюдения особенностей восприятия и обучаемости животного. Иони обнаружил способность к наглядно-действенному мышлению, к обобщению нескольких признаков и использованию понятия о тождестве (сходстве) стимулов. Последнее он применял не только в ситуации эксперимента, но и в повседневной жизни. Таким образом, Н.Н.Ладыгина-Котс получила первое экспериментальное доказательство наличия у человекообразной обезьяны способности к обобщению. Это позволило ей говорить о мышлении животных, которое она характеризовала как

Происхождение человеческой логики

элементарное. Кроме того, Н.Н.Ладыгина-Котс (1925) обнаружила у приматов способность к кроссmodalному переносу (переносу правила выбора на стимулы другой модальности). Ученые рассматривают такой перенос как одно из доказательств наличия у животных мысленных представлений о свойствах предметов и событий окружающего мира. В одном из экспериментов Н.Н.Ладыгина-Котс показывала детенышу шимпанзе, который успешно освоил выбор по сходству, образцы – фигурки разной формы. При этом предметы, с которыми следовало сравнивать образец, были спрятаны в мешок. Их он должен был выбирать на ощупь, засунув в него руку. Обезьяна успешно выполнила этот тест. Таким образом, при таком кроссmodalном переносе обезьяна смогла сопоставить информацию, полученную через разные сенсорные каналы (зрение и осязание), и установить соответствие стимулов. Другими словами, обезьяна проявила умение сопоставлять признаки разных категорий.

У шимпанзе была обнаружена способность к манипулированию символами. Американские этологи А.Гарднер и Б.Гарднер (1966) установили, что шимпанзе могут связывать тот или иной жест с соответствующим ему предметом или действием, что ранее казалось исключительной прерогативой человека. Супруги Гарднер смогли приобщить обезьяну по имени Уошо к великому искусству использования знаков благодаря тому, что последовательно, шаг за шагом обучали ее амслену – американскому языку жестов. Как указывает Е.Панов в статье [16] «успехи Уошо превзошли самые смелые надежды Гарднеров. Чуть больше, чем за три года обучения, шимпанзе научилась пользоваться в разговорах со своими воспитателями 132 знаками американского жестового языка и, кроме того, оказалась способной понимать несколько сот других знаков, с которыми ее собеседники обращались к ней. Первая стадия обучения обезьяны состояла в том, что ее различными способами заставляли связывать представление о том или ином предмете, о его качествах или о каких-либо действиях с «названиями» этих предметов и явлений, выраженных в жестовых знаках. Чтобы ускорить запоминание, воспитатель показывал Уошо предмет или действие, одновременно придавая рукам шимпанзе конфигурацию, соответствующую знаку в языке глухонемых. Например, Уошо показывали шляпу, а ее руку поднимали вверх и несколько раз прикасались ладонью обезьяны к ее макушке. Проходили дни, и наступал такой момент, когда при виде шляпы шимпанзе уже сам мог повторить жест похлопывания раскрытой ладонью по своему темени» [16].

Известный американский лингвист Н.Хомский, считавший, что владеть и пользоваться языком могут только люди, употребил весь свой немалый авторитет, чтобы доказать несостоятельность программы по обучению обезьян языку жестов. Его коллега Г.Террей сам стал работать с шимпанзенком, будучи уверенным, что он не «заговорит», если не навязывать ему обучения ни в какой форме. Детеныша назвали соответственно – Ним Чимпски (что было похоже на английское звучание имени Хомского). Но Ним проявил редкую настойчивость и любознательность, пытаясь у Террея: «Что это?» В результате шимпанзенок сам научился с помощью знаков выражать эмоции, сообщать о предметах вне поля зрения и не связанным с выживанием – все это признаки языка. Террей был вынужден признать, что эксперимент опроверг его

Новиков Н.Б.

собственные представления. В результате Н.Хомский пересмотрел свою концепцию, признав языковые способности антропоидов.

Овладение знаками расширило возможности Уошо в реализации операций обобщения и переноса (транспонирования). Обезьяна, обученная слову «слушать» на примере тиканья наручных часов, очень быстро обобщала смысл этого слова и начинала использовать его по отношению к другим звукам. Об этих и других подобных обобщениях-переносах сообщает Б.В.Якушин в статье [17]. «Естественно, - отмечает он, - что самыми распространенными были переносы, основанные на ассоциации по сходству (генерализации). Так, Уошо знаком «слышу» (указательный палец касается уха) обозначала любой сильный или странный звук, а также ручные часы, когда просила дать их послушать; знаком «собака» (похлопывание по бедру) она обозначала как само животное, так и его изображение на рисунке. Перелистывая однажды иллюстрированный журнал, она обнаружила изображение тигра и сделала знак «кошка». Интересны переносные употребления знаков на основе сходства объектов в некотором качестве. Служитель Джек долго не обращал внимания на просьбы Уошо дать ей пить. Тогда она прежде чем просигнализировать обращение к нему, стала ударять тыльной стороной ладони по подбородку, что означало «грязный». Получалась последовательность знаков: «Грязный Джек, дай пить», и «грязный» было употреблено не как «запачканный», а как оскорбительное ругательство. Если этот факт описан корректно, то перенос значения «грязный» с предмета на человека на основе не навязанной обезьяне ассоциации по ощущению неприятного следует признать довольно тонким» [17]. Ситуация, в которой Уошо придумала и использовала последовательность знаков «Грязный Джек, дай пить», расценивается как пример переноса (аналогии) в мышлении шимпанзе и другими исследователями. В частности, Ж.И.Резникова в статье [18] констатирует: «Обезьянам оказались доступны переносы значений знака, иногда довольно тонкие. Так, Уошо назвала служителя, долго не дававшего ей пить, «Грязный Джек», и это слово явно было употреблено не в смысле «запачканный», а как ругательство; шимпанзе называли также бродячего кота «грязным котом», а гиббонов – «грязными обезьянами» [18]. Другой пример удивительных обобщений значения знаков, которые демонстрировала Уошо – перенос жеста «открыть, открой» в разные ситуации, совершенно не связанные с той обстановкой (контекстом), в которой впервые был усвоен и применен этот жест. Д.Гудолл в книге [19] отмечает: «Уошо и другие шимпанзе, обучавшиеся языку, были способны обобщать употребление жестов, перенося их из контекста, в котором они были выучены, в новые, не вполне подходящие ситуации. Уошо, выучившая жест открывать в применении к дверям, стала использовать его и в тех случаях, когда хотела бы открыть тот или иной сосуд, холодильник или даже водопроводный кран» [19]. Этот факт привлек внимание и Е.Панова, который в уже упомянутой статье [16] раскрывает наиболее интересное свойство разумного поведения шимпанзе, с которой работали супруги Гарднеры: «Замечательно здесь другое – а именно способы использования Уошо уже заученных ею знаков. Дело в том, что, усвоив тот или иной знак в обстановке некой конкретной ситуации, обезьяна начинает расширять (как говорят психологи, обобщать) его значение, вполне разумно пользуясь таким знаком в ситуациях, все менее и менее сходных с

Происхождение человеческой логики

первоначальной. Например, знак «открыть, открой», обращенный к воспитателю, сначала выражал просьбу Уошо открыть крышку ящика с игрушками. Вскоре она стала пользоваться этим сигналом и в тех случаях, когда ей хотелось открыть запертую дверь. Наконец, обезьяна самостоятельно научилась применять тот же знак, когда ей хотелось пить, и она сигнализировала тренеру, чтобы он «открыл» кран» [16].

Широкое внимание привлекли исследования американского зоопсихолога Дэвида Примэка (Примэка), который обучил шимпанзе по имени Сара использованию пластиковых жетонов. Эти жетоны в жизни Сары играли роль таких же элементов языка, как жесты для шимпанзе по имени Уошо. Сара без всякого принуждения освоила 120 символов, нанесенных на пластиковые жетоны, и с их помощью изъяснялась, позволяя экспериментаторам зафиксировать ее рассуждения. Д.Примэка (1983) рассматривал способность к построению аналогий как базовую характеристику индуктивного мышления человека и считал необходимым выяснить, есть ли зачатки этой когнитивной функции у животных. В опытах на шимпанзе Саре использовалась не методика выбора по образцу, а другой способ сравнения. Ей предъявляли две пары стимулов, а она оценивала их с помощью специальных значков «одинаковый» или «разный». Сара делала это успешно не только при выяснении аналогий в соотношении элементов в парах геометрических фигур, но и при оценке предметов разного назначения, не имевших никакого внешнего сходства. В одном из опытов ей показывали замок и ключ, рядом располагали банку с гуашью, между ними помещали хорошо знакомый Саре знак тождества, а для выбора предлагали консервный нож и кисть – предметы, которыми она также умела пользоваться. В этом случае она без колебаний выбрала консервный нож, потому что он выполнял функцию, аналогичную ключу – тоже «открывал» (банку). Однако когда ей продемонстрировали лист бумаги и карандаш, предложив выбрать из тех же двух предметов «подходящий» для банки с гуашью, Сара столь же уверенно указала на кисть, которая по своим функциям в данном сочетании была аналогична карандашу. На основании своих опытов Д.Примэка пришел к заключению о способности обезьян к построению аналогий. Результаты исследований этого ученого, особенно эксперименты, убедительно продемонстрировавшие наличие у шимпанзе развитой способности к проведению аналогий, описываются во многих работах. Эти эксперименты названы классическими. А.А.Смирнова и З.А.Зорина в книге [20] пишут об этих опытах Д.Примэка (Примэка): «Некоторым видам, по крайней мере, антропоидам, доступно выполнение и еще одной операции логического вывода – построения аналогий. Этот вид индуктивного мышления впервые исследовал также Д.Примэка (Premack, 1983; Gillan et al. 1981). Как и тест на транзитивное заключение, он входил в разработанную Примэком программу изучения тех высших когнитивных функций антропоидов, которые, по его предположениям, могли быть связаны с усвоением языка-посредника. Эксперимент, где впервые была продемонстрирована способность шимпанзе к выявлению аналогий, давно стал классическим. Его проводили с шимпанзе Сарой, которая была второй после Уошо обезьяной, овладевшей небольшим запасом знаков. В частности, в ее лексикон входили «слова» одинаковый, тождественный и разный. В одном из опытов (рис.11) ей показывали замок и ключ, рядом (симметрично замку)

Новиков Н.Б.

ставили банку с гуашью, а между ними помещали знак тождества, оставив свободное место рядом с ключом. Для выбора ей предлагали консервный нож и кисть – предметы, назначение которых она хорошо знала. В этом случае Сара уверенно выбирала нож, который выполнял ту же функцию, что и ключ, - тоже открывал банку. В следующем опыте ей продемонстрировали лист бумаги и карандаш и предложили выбрать из тех же двух предметов то, что составляет аналогичную пару с банкой гуаши; она уверенно выбрала кисть, которая по своим функциям в данном сочетании была аналогична карандашу. Сара успешно выполнила целый ряд таких тестов на «функциональную аналогию» [20].

До последнего времени считалось, что только человек наделен репрезентационными способностями, то есть развитой символической функцией, которая позволяет ему воспроизводить действительность во всей ее полноте и освобождать действие от рабского подчинения «здесь и теперь». Исследователи полагали, что приматы, лишенные развитого интеллекта, развитых ментальных репрезентаций, не в состоянии действовать в режиме «как если бы». Однако опыты большого количества приматологов показали, что обезьянам свойственны зачатки операциональных структур, обеспечивающих способность манипулировать в уме отдельными элементами впечатлений, знаний, образов. Обнаружено даже наличие у шимпанзе воображения, представлений о событиях и ситуациях, не имеющих место в данный момент времени. Одним из первых способность животных манипулировать в уме выявил американский зоопсихолог Р.Футс, работавший с шимпанзе по имени Люси. Ж.И.Резникова в статье [21] отмечает: «Обезьяны оказались не только способными к образованию сложных ассоциативных цепочек, но и овладели одним из ключевых свойств человеческого языка – перемещаемостью: способностью сообщать о событиях, не находящихся в поле зрения и не совпадающих по времени с моментом, когда ведется рассказ. Именно это свойство позволяет накапливать жизненный опыт. Одно из первых наблюдений в этом плане касается Люси: когда ее разлучили с любимой собакой, которую понадобилось лечить, она постоянно повторяла ее имя и что той больно» [21, с.319]. Наличие воображения у приматов было обнаружено американским этологом Ф.Паттерсоном (1980) в долгосрочном эксперименте. Ф.Паттерсон работала с гориллой по имени Коко, освоившей язык жестов. В ходе наблюдений удалось установить, что горилла Коко аналогично маленьким детям, говорящим вслух, жестикулировала сама с собой, обращаясь к игрушкам. М.Л.Бутовская в статье [22] рассказывает о горилле Коко: «Если эти ее действия замечали воспитатели, она приходила в явное замешательство, быстро бросала игрушку и начинала заниматься чем-то другим. Запротоколирован следующий любопытный случай в 1976 г. Коко разыгрывала воображаемую социальную ситуацию между двумя игрушечными гориллами, розовой и голубой. Посадив игрушки перед собой, она сделала жест «плохой-плохой» к розовой горилле и жест «поцелуй» в направлении голубой игрушки. Потом показала жесты «гоняться щекотать» и ударила игрушки друг о друга. Затем она соединила игрушки, изображая их взаимную борьбу. После завершения воображаемой схватки Коко показала «хороший горилла, хороший, хороший» (Паттерсон, 1980)» [22].

Происхождение человеческой логики

У обезьян обнаружена способность осознавать (детектировать) свои или чужие ошибки и исправлять их. Другими словами, наши ближайшие эволюционные предшественники могут выявлять (фиксировать) ситуацию рассогласования текущей деятельности с той моделью, которая хранится в их памяти. Один из ярких примеров, иллюстрирующих наличие у обезьян системы детекции ошибок, описывается Ю.Линден в книге [23].

Исследователи, которые критически рассматривали достижения зоопсихологов в обучении шимпанзе языку жестов, указывали, что «говорящие» приматы не понимают порядок слов, то есть не владеют синтаксисом. Учитывая это обстоятельство, Ю.Линден обратил внимание на то, что шимпанзе Люси (с которой работал американский зоопсихолог Роджер Футс) постоянно использует правильный порядок слов в таких трехсловных комбинациях, как, например, «Роджер щекотать Люси». Увидев, что Люси несколько раз предложила Роджеру пощекотать ее, Ю.Линден задумался над тем, что произойдет, если Р.Футс скажет: «Люси щекотать Роджер». По просьбе Ю.Линдена Р.Футс поставил опыт, сутью которого было предъявление обезьяне измененного порядка слов. Р.Футс повернулся к Люси и сказал: «Люси щекотать Роджер». Люси в это время сидела рядом с Роджером на кушетке. Мгновение она выглядела озадаченной, но потом быстро ответила: «Нет, Роджер щекотать Люси». Опыт показал, что Люси правильно интерпретирует различие между такими вариантами, как «Роджер щекотать Люси, я щекотать ты» и «ты щекотать я, Люси щекотать Роджер». Это говорило о том, что шимпанзе способна понимать структуру предложения. Ее мозг первоначально оценивал предложение «Люси щекотать Роджер» как ошибочное. Трудно не увидеть аналогию данной ситуации с исследованиями С.Медведева и других сотрудников Института мозга (г.Санкт-Петербург), в которых было обнаружено, что нейроны определенных структур мозга человека (нейроны, образующие так называемый детектор ошибок) генерируют электрические сигналы в ответ на предъявление неправильной фразы типа «голубой лента».

Эти наблюдения, показывающие способность приматов выявлять ошибки и исправлять их, позволяют говорить, что нейронный детектор ошибок, обнаруженный Н.П.Бехтеревой у людей (1968), существует не только у человека, но и у животных, наиболее близко стоящих к нам на филогенетической лестнице. Другими словами, имеющиеся в мозге человека популяции нейронов, реагирующие только на ошибочную реализацию деятельности, должны быть и у обезьян. Детектор ошибок человека, который активируется при рассогласовании деятельности с ее планом (нервной моделью), скорее всего, достался ему именно от высокоорганизованных животных. Предполагаемое нами наличие у приматов нейронного детектора ошибок (нейронного цензора), выполняющего функцию контроля различных параметров оптимальной психической (мыслительной) деятельности, может быть еще одним фундаментальным свойством, сближающим нас с нашими эволюционными предшественниками.

Итак, у человекообразных обезьян в той или иной степени присутствуют элементы всех наиболее сложных когнитивных функций человека: обобщения, абстракции, усвоения символов, детекции ошибок, преднамеренности коммуникаций и самоузнавания. М.Л.Бутовская в статье

Новиков Н.Б.

[22], подводя итоги исследования интеллекта приматов, пишет: «Уошо и другие обезьяны, участвующие в проекте «Говорящие обезьяны», отчетливо продемонстрировали способность к категориальному мышлению. Они правильно распределяли группы предметов по категориям (овощи, фрукты, напитки). Обыкновенные шимпанзе, бонобо и гориллы легко пользовались принципом обобщения, применяя знакомые жесты в новых ситуациях. Так, Уошо знак «открыть», исходно выученный применительно к дверям, применяла к холодильнику, водопроводу, сосудам с напитками» [22]. По свидетельству М.Л.Бутовской и других специалистов, язык «говорящих обезьян» обладал семантической и двойственностью: они оперировали абстрактными символами, имеющими определенное значение и строили различные конструкции на базе таких символов. Проект «Уошо» отчетливо продемонстрировал, что шимпанзе способны мыслить категориально, понимают функции и возможности символической коммуникации и способны формировать символические представления.

Для нас, авторов настоящей работы, важно, что серия проектов «говорящие обезьяны» сыграла исключительную роль для понимания того, откуда взялась человеческая логика, для устранения сомнений в том, что мозг человекообразных обезьян наделен механизмами обобщения (индукции) и переноса (аналогии) как способов переработки информации. «Чело­векообразные обезьяны, – пишет М.Л.Бутовская в той же статье, – в состоянии по собственному почину создавать новые понятия путем комбинирования известных им знаков, мыслить по аналогии и категориально, употреблять метафоры» [22].

7. Решение проблемы, поставленной В.Г.Редько

Повторим мысль В.Г.Редько, высказанную им в работе [1]: «Итак, есть благородная задача – исследовать процесс эволюционного происхождения интеллекта, и попытаться разобраться, как в этом процессе возникли логические формы, обеспечивающие научное познание природы. Исследования в этом направлении могли бы способствовать естественно-научному обоснованию теории познания и упрочнению фундамента науки» [1]. В свете рассмотренных исследований этологов и зоопсихологов становится ясно, что логические формы, составляющие основу мышления человека, эволюционно возникли из элементов этих форм, имеющихся у приматов и других высокоорганизованных животных. Если учитывать данные, представленные в таблице 1 (таблице научных аналогий, удостоенных Нобелевской премии), то возникают условия для формулировки достаточно нетривиального и даже парадоксального вывода. Этот вывод состоит в том, что личности, которых мы называем гениями и чьи заслуги внушают нам глубокое уважение, совершают научные открытия с помощью простых мыслительных процедур. Эти процедуры включают в себя в качестве важных составляющих индукцию и аналогию, которые доступны всем представителям вида гомо сапиенс, наделенным здоровым мозгом. Таким образом, познавательные процессы, приводящие великих людей к достижениям высокой общественной значимости, эквивалентны познавательным процессам, определяющим интеллектуальную деятельность обычных индивидов.

Происхождение человеческой логики

Следовательно, генетические структуры гениев не несут в себе факторов, обуславливающих их творческие успехи, которых не было бы в генотипе обычных людей. Поскольку операции обобщения и переноса свойственны многим высокоорганизованным животным и, прежде всего, приматам, не будет ошибкой сказать, что гении используют в своем творчестве те же стратегии обобщения и переноса, зачатки (элементы) которых демонстрируют наши эволюционные предшественники.

8. Насколько реален инсайт как механизм работы мозга?

Обсуждая вопрос о происхождении человеческой логики, нельзя оставить без внимания распространенную среди многих исследователей точку зрения о способности приматов решать встающие перед ними проблемы на основе инсайта (интуитивного научения). Под инсайтом часто понимают механизм внезапного постижения сущности вещей, внезапного осознания внутренней взаимосвязи между элементами ситуации, которому не предшествуют те или иные логические операции. В ряде работ предполагается, что инсайт не зависит не только от процесса использования этих операций, но и от прошлого опыта, хранящегося в памяти животного (или человека). Другими словами, утверждается, что интуитивное научение не основывается на знаниях, приобретенных ранее. Такой взгляд вносит в наши представления об эволюции интеллекта определенную долю мистичности и непознаваемости и лишает нас возможности правильно объяснять происхождение логики. Ниже мы покажем, что в действительности животные не способны к инсайту (внезапному, ничем не обусловленному нахождению правильного решения). То, что ранее мы называли инсайтом у приматов, есть способность использования ранее полученного опыта, причем, полученного благодаря методу проб и ошибок либо случайному наблюдению.

В огромном количестве психологических работ описываются опыты немецкого исследователя В.Келера (1925), который, изучая поведение шимпанзе по имени Султан, открыл метод решения задач, который он назвал интуитивным научением. Другими словами, В.Келер обнаружил явление инсайта (внезапного прозрения) у представителей отряда приматов. Этот инсайт, то есть мгновенное схватывание ситуации, возникал у животных, когда они пытались достать банан, используя палки. Свое открытие В.Келер оценил как естественное объяснение того инсайта, неожиданного нахождения правильного решения, которое характерно для людей. Ж.Годфруа в книге [25] описывает эксперимент В.Келера, демонстрирующий способность шимпанзе к внезапному прозрению: «Одна из обезьян Келера в эксперименте с недостижимым для нее бананом сначала пыталась достать плод одной палкой, потом другой, но палки были слишком коротки. Тогда она прекратила свои попытки, стала разглядывать находившиеся около нее предметы и вдруг быстро проделала логичную последовательность действий: схватила обе палки, вставила их одну в другую, просунула между прутьев клетки и достала банан. В англоязычной литературе такое внутреннее связывание элементов, из которых складывается решение, получило название инсайт (insight – проникновение внутрь, постижение)» [25, с.321-322].

Новиков Н.Б.

Находку В.Келера трактовали как существенное изменение прежних взглядов, базировавшихся на экспериментах Э.Торндайка по анализу научения животных методом проб и ошибок. В результатах исследования В.Келера увидели свидетельство в пользу реального существования интуиции, способности мгновенно понять тип возникшей задачи и ее требования. При этом практически никто не обратил внимания на то, что Султан догадался соединить две палки, чтобы достать банан, не внезапно, а в результате применения своих предыдущих знаний. В чем заключались эти знания? Как ни странно, Султан уже до опыта, который в своих работах описал В.Келер, знал, что достать банан можно путем соединения двух палок. Это знание у него сформировалось непредвиденным, непреднамеренным образом, когда однажды во время игры он случайно вставил одну палку в другую. В той ситуации, которую описывает В.Келер как пример проявления инсайта, Султан продемонстрировал не инсайт, а способность к аналогии, к переносу удачных форм поведения из одной ситуации в другую. Пример Султана позволяет понять некий достаточно общий механизм решения задач животными и человеком: сначала в результате проб и ошибок, практически случайно обнаруживается (открывается) удачный способ решения возникающей проблемы, а затем на основе аналогии этот способ переносится в другие ситуации. Указание на то, что Султан случайно открыл способ достать фрукты, содержится в книге Дж.Гудолл [19], где автор пишет: «Султан, например, «догадался» соединить друг с другом две палки и таким образом удлинить орудие настолько, чтобы достать расположенную вне клетки пищу, только после того, как однажды во время игры он случайно вставил одну палку в другую. До тех пор решение задачи Султану никак не давалось, хотя Келер даже сам продемонстрировал шимпанзе богатые возможности полой палки, засунув в один из ее концов палец животного» [19]. Это высказывание Дж.Гудолл демонстрирует существенную уязвимость концепции инсайта, построенной немецким психологом Вольфгангом Келером (1925). Примечательно, что В.Келер нигде не говорит о том, что перед тем как достать банан с помощью двух палок, обезьяна сначала случайно в игре научилась их соединять. Следовательно, шимпанзе по имени Султан уже до опытов Келера владела информацией о том, как можно соединять палки и таким образом удлинять их. Ее инсайт базировался именно на этой предварительной информации, полученной случайно. Этологам известны и другие ситуации, когда шимпанзе случайно наталкивались на верный способ решения проблемы.

Следует отметить, что понимание инсайта (интуиции) как стратегии, не основывающейся на опыте и не нуждающейся в проверке, создает впечатление, что может существовать алгоритм (способ обработки информации), в самом себе содержащий критерии истинности. Другими словами, нам следовало бы поверить в возможность закрытого (именно закрытого!) алгоритма, в самом себе несущего гарантии достоверности своих утверждений о внешнем мире. Однако даже теоретическая возможность такого алгоритма противоречит теореме Геделя о неполноте. Согласно данной теореме, нельзя доказать истинность и непротиворечивость того или иного алгоритма, той или иной теоретической системы средствами самой этой системы. Если говорить, например, об арифметике или геометрии, то подобный запрет связан с тем, что

Происхождение человеческой логики

все аксиомы арифметики и геометрии, несмотря на абстрактный характер этих наук, заимствованы из опыта, наблюдения. Указанные аксиомы представляют собой не что иное, как экспериментальные гипотезы. Следовательно, для доказательства истинности и непротиворечивости этих аксиом нужно обратиться к опыту, наблюдению, то есть провести экспериментальную проверку. Любой алгоритм, исключающий возможность такой проверки, любая теоретическая система, лишенная контакта с опытом, являющаяся закрытой теоретической системой, не может служить эффективным методом познания. Такая система не в состоянии адекватно отражать реальность, поэтому она обречена на вырождение.

Как работают ученые, даже те, которых мы считаем гениями? Они не используют никаких закрытых, не опирающихся на опыт алгоритмов. В поисках необходимой информации они постоянно обращаются к различным областям знания, в которых зафиксированы результаты определенных экспериментов и наблюдений. Это является наглядной демонстрацией справедливости теоремы Геделя о неполноте. Это также является доказательством невозможности эффективно работающих закрытых алгоритмов. В противном случае ученые не нуждались бы в том, чтобы постоянно расширять свой кругозор за счет знаний, почерпнутых из эксперимента и наблюдения. Достаточно было бы ввести в мозг минимум информации, чтобы в дальнейшем, руководствуясь правилами закрытого алгоритма, генерировать неограниченное количество новых идей. Когда Курт Гедель (1931) дал отрицательное решение задачи Д.Гильберта о доказательстве непротиворечивости математики средствами самой математики, без обращения к опыту и эксперименту, он продемонстрировал, что никакой алгоритм не может быть замкнутой (закрытой) системой.

Можно ли считать логику как способ мышления, против которого выдвигалось много критических аргументов, закрытым алгоритмом? Нет, нельзя, поскольку логика и, прежде всего, индукция как одна из главных стратегий мышления, постоянно опирается на опыт, выделяет в нем определенные фрагменты (элементы информации) и обобщает их, а затем снова возвращается к опыту для проверки возникших обобщений.

9. Аналогия между теоремой Геделя о неполноте и принципом Бергаланфи-Пригожина об открытости самоорганизующихся систем

Трактовка теоремы Геделя о неполноте как принципа, запрещающего эффективное функционирование закрытых алгоритмических систем, позволяет выявить очень важную аналогию. Речь идет об аналогии между теоремой Геделя о неполноте и принципом Бергаланфи-Пригожина об открытости диссипативных (самоорганизующихся) систем. В свое время, анализируя истоки своих научных идей, создатель теории самоорганизации, лауреат Нобелевской премии Илья Пригожин рассказал о том, как он пришел к мысли объяснить устойчивость живых организмов тем, что они являются открытыми системами. Этот рассказ содержится в статье [26]. Пригожин вспоминает: «Книгу Шредингера о жизни я читал с большим удовольствием, и в ней меня

заинтересовали два аспекта. Первый состоял в том, что жизнь возможна только за счет обмена энтропией, то есть должен быть поток энергии. И второй: как это получилось, что жизнь так устойчива? Из крокодила получается крокодил, из курицы – курица. Речь идет не только о наследственности, но и о стабильности. Шредингер думал, что эта устойчивость подобна хорошим часам, то есть имеет механическое происхождение. Мне трудно было с этим согласиться. Аналогия, которая пришла мне тогда в голову, связана с городом. Ведь город живет только потому, что он есть открытая система – если вы изолируете его, то он постепенно прекратит существование. А взаимодействия внутри города – это то, что делает систему стабильной. В эту аналогию я верю еще и теперь и думаю, что она представляет очень важный элемент моей теории» [26]. Факт невозможности существования города в случае его изоляции подтверждается нашей отечественной историей – судьбой Ленинграда, оказавшегося в блокаде в период второй мировой войны. Аналогия, которую однажды обнаружил Пригожин между причиной стабильности жизни и причиной устойчивого существования городов, состоит в открытости тех и других систем. Анализ этого факта совершенно неожиданно приводит к обнаружению еще одного параллелизма - параллелизма между принципом открытости живых систем, гарантирующей их жизнеспособность, и теоремой Геделя о неполноте, которая есть не что иное, как требование открытости для любых алгоритмов, направленных на исследование внешнего мира. Насколько нам известно, еще никто из исследователей не обратил внимания на то, что теорема Геделя о неполноте, запрещающая существование закрытых алгоритмических систем, аналогична принципу Бергаланфи-Пригожина, запрещающему устойчивое (стабильное) функционирование закрытых самоорганизующихся структур. Отметим, что указанный принцип лежит в основе синергетики – науки о роли коллективных явлений в самоорганизующихся системах.

Никто не будет спорить с тем, что мозг животных, из которого эволюционировал мозг человека, представляет собой открытую самоорганизующуюся структуру, открытую именно для потоков информации извне. Благодаря этой открытости мозг заимствует из внешнего опыта необходимые ему знания, фиксирует их в своей памяти и в дальнейшем использует в различных ситуациях. Следовательно, функционирование мозга животных (как и человека) подчиняется принципу Бергаланфи-Пригожина об открытости самоорганизующихся систем. Поскольку этот принцип аналогичен теореме Геделя о неполноте, мы можем применять эту теорему для описания не только интеллекта человека, но и приматов. Это звучит парадоксально, но в данном случае мы получаем теоретическое обоснование невозможности инсайта как ничем не обусловленного (не основанного на прошлом опыте) постижения структуры проблемной ситуации. Хотя исследования Дж.Гудолл эмпирическим образом показали, что описанный В.Келером инсайт не был интуитивным научением «в чистом виде», что он базировался на использовании ранее полученной информации, иметь теоретическое обоснование невозможности подобного инсайта полезно с точки зрения будущих исследований в этой области.

10. Консервативность генов, определяющих способность животных и человека к логическим операциям обобщения и переноса

Как объяснить тот факт, что человек обладает теми же логическими операциями обобщения и переноса, которые обнаружены этологами у приматов, некоторых морских млекопитающих и птиц? Почему эти операции сохранялись в ходе биологической эволюции, несмотря на то, что человека от приматов и других животных в эволюционном плане отделяют миллионы лет? Другими словами, чем обусловлено сходство мыслительных операций обобщения и переноса у человека и приматов (а также некоторых видов морских млекопитающих и птиц)? Наиболее очевидным представляется объяснение, которое указывает в качестве причины неизменность генов, которые определяют формирование этих мыслительных операций. Другими словами, генетические структуры, благодаря которым мозг приобретает способность обрабатывать сигналы (информацию) на основе обобщения и переноса, относятся к числу консервативных генетических структур. Реальность этой консервативности, то есть защищенности от изменений (мутирования) генов, контролирующих указанные ментальные операции, вполне аналогична консервативному характеру других генов, обнаруженных генетиками. Например, английский биохимик Пол Нерс с сотрудниками обнаружил эволюционную консервативность (неизменность) генов, определяющих цикл деления клеток. За это открытие он был удостоен в 2001 году Нобелевской премии по физиологии и медицине. В частности, Пол Нерс, изучая генетические последовательности участков ДНК, контролирующих процесс деления клеток у дрожжей и человека, заметил совпадение этих последовательностей. Это совпадение очень удивило его, поскольку подобные факты не так часто удается зафиксировать ученым и в дальнейшем сделать достоянием всех людей. Другой пример консервативности определенных генов нам предоставляют исследования швейцарского ученого Вальтера Геринга, который в начале 1990-х годов установил, что главная генетическая программа, определяющая формирование структур глаза, сохранилась неизменной со времен появления первого предка позвоночных и членистоногих (более 600 миллионов лет назад). Это обстоятельство выяснилось в ходе следующего эксперимента. В.Геринг внедрил ген мыши Pax-6, ответственный за формирование глаза, в тело мухи. В результате у мухи начали формироваться недоразвитые глаза в самых разных местах тела – на ногах и даже на крыльях. Но самое поразительное: эти глаза были не мышинные, а мушинные. Как это возможно? Ведь анатомически глаза млекопитающих не имеют никакого отношения к фасеточным глазам насекомых. Каким образом генетическая программа мыши заработала в организме мухи? После эксперимента с подсадкой гена мыши мухе В.Геринг пришел к выводу, что главная генетическая программа построения глаза сохранилась в геноме животных еще со времен общего предка позвоночных и членистоногих – более 600 миллионов лет назад.

В 1947 году американский лингвист Дж.Ципф обнаружил любопытнейшую связь между частотой употребления слова и его «возрастом».

Чем выше эта частота, тем древнее слово. Другими словами, высокая частота употребления слова в том или ином языке определяет высокую степень консервативности данного слова, его устойчивость в языковой системе. С тех пор как другой американский лингвист Морис Свадеш начал анализировать скорость изменения языков и языковых семей, его последователи определили эту скорость (температура исчезновения из языка одних слов и появления других) для многих слов в различных языках. При этом были обнаружены весьма консервативные слова, не претерпевшие изменений за многие сотни, а порой и тысячи лет. Учитывая, что исследователями давно уже обнаружена аналогия между лингвистическими и генетическими текстами (между словами языка и генотипа), мы можем констатировать, что консервативность генов, определяющих умственные операции обобщения и переноса, обусловлена высокой частотой употребления этих операций организмами самых разных биологических видов. Другими словами, консервативные гены, ответственные за осуществление индукции и аналогии как способов переработки информации, подчиняются своеобразному закону Ципфа, связывающему возраст элементов (слов) с частотой их употребления.

Разумеется, представление о консервативности генов, ответственных за формирование ментальных операций обобщения и переноса, является новым и еще не вошедшим в обиход науки. Однако у этого представления есть все шансы получить распространение среди ученых и стать ключевым звеном в интерпретации сходства базовых механизмов переработки информации у человека и животных.

11. Заключение

Итак, мы рассмотрели вопрос о происхождении человеческой логики. Не имея возможности представить на страницах данной статьи результаты реконструкции истории большого числа научных открытий, мы вкратце описали аргументы, которые демонстрируют существенную роль индукции и аналогии в этих открытиях. Проанализировав сведения, накопленные в этологии – науке, изучающей элементарную рассудочную деятельность животных, мы увидели, что высокоорганизованным животным (приматам, дельфинам, птицам) доступны операции обобщения и переноса, что отрицалось еще совсем недавно. Это позволяет понять, что логические формы, определяющие научное познание, возникли из элементов этих форм, имеющихся у наших эволюционных предшественников. Таким образом, получает свое естественное разрешение проблема, поставленная В.Г.Редько: каким образом биологическая эволюция создала человеческую логику и почему логические формы способны адекватно отражать реальность? Сходство таких мыслительных процедур, как обобщение и перенос, у человека и животных, которые возникли на миллионы лет раньше человека, ставит новые вопросы: каким образом можно объяснить эту неизменность (константность) базовых мыслительных операций? Наиболее очевидным и согласующимся с данными различных биологических наук является объяснение, использующее понятие консервативных генов. Это понятие применительно к происхождению логики

Происхождение человеческой логики

еще не вошло в обиход науки, но имеет все шансы получить распространение среди ученых.

Идея В.Келера об интуитивном (инсайтном) научении, доступном приматам и не основанном на прошлом опыте (не зависящем от предыдущих знаний), не соответствует действительности. Обнаруженная в экспериментах способность шимпанзе мгновенно схватывать структуру проблемной ситуации в действительности определялась их предыдущими знаниями, многие из которых получены методом проб и ошибок. Представление о ничем не обусловленном инсайте затрудняет правильное описание эволюции человеческого интеллекта. Это представление противоречит принципу Бергаланфи-Пригожина об открытости самоорганизующихся систем (прежде всего, открытости для потоков информации извне). В связи с тем, что существует аналогия между названным принципом и теоремой Геделя о неполноте, представление об инсайте не согласуется и с этой теоремой.

Литература

1. Редько В.Г. Эволюционная кибернетика. – М.: Наука, 2001.
2. Грегори Р.Л. Разумный глаз. – М.: Эдиториал УРСС, 2003.
3. Зорина З.А., Полетаева И.И. Элементарное мышление животных. – М.: «Аспект-Пресс», 2002.
4. Поспелов Д.А. Моделирование рассуждений. – М.: «Радио и связь», 1989.
5. Энгельс Ф. Диалектика природы. – Москва, 1988.
6. Пойа Д. Математическое открытие. – М.: Наука, 1976.
7. Поппер К. Объективное знание: эволюционный подход. – М.: Эдиториал УРСС, 2002.
8. Бунге М. Интуиция и наука. – М.: «Прогресс», 1967.
9. Таунс Ч. Квантовая электроника и технический прогресс // Успехи физических наук, 1969. Том 98, № 1. С. 72-79ю
10. Эволюционная эпистемология и логика социальных наук. Под ред. В.Н.Садовского. – М., Эдиториал УРСС, 2000.
11. Хокинс Д. Об интеллекте. – М.: Вильямс, 2007.
12. Улам С. Приключения математика. – Ижевск: НИЦ РХД, 2001.
13. Зорина З.А., Смирнова А.А. Умеют ли вороны считать? // Природа, 2001. № 2. С. 72-79.
14. Крушинская Н.Л., Лисицына Т.Ю. Поведение морских млекопитающих. – М.: Наука, 1983.
15. Надолишняя А.П. Способность черноморских дельфинов афалин к обобщению по относительным признакам // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук, Москва, 2007.
16. Панов Е. У порога языка // Знание-сила, 1979. № 7.
17. Якушин Б.В. Шимпанзе на дороге к храму языка // Послесловие к книге Ю.Линдена «Обезьяны, человек и язык», М.: Мир, 1981.
18. Резникова Ж.И. Язык животных: подходы, результаты, перспективы // Языки науки – языки искусства / Ред. З.Е. Журавлева, М.: РДХ, 2004.
19. Гудолл Д. Шимпанзе в природе. – М.: Мир, 1992.
20. Смирнова А.А., Зорина З.А. О чем рассказали «говорящие обезьяны». – М.: Изд-во «Языки славянских культур», 2006.
21. Резникова Ж.И. Современные подходы к изучению языкового поведения животных // Разумное поведение и язык, выпуск 1. Составители А.Д. Кошелев, Т.В. Черниговская. М.: Изд-во «Языки славянских культур», 2008.

Новиков Н.Б.

22. Бутовская М.Л. Человек и человекообразные обезьяны: языковые способности и возможности диалога // Зоологический журнал, 2005. Том 84. № 1. С. 149-157.
23. Линден Ю. Обезьяны, человек и язык. – М.: Мир, 1981.
24. Харгиттаи И. Откровенная наука: беседы с корифеями биохимии. – М.: Эдиториал УРСС, 2006.
25. Годфруа Ж. Что такое психология. – М.: Мир, 1992.
26. Пригожин И.Р. Мысль и страсть Ильи Пригожина // Химия и жизнь, 2004, № 2. С. 30-31.

Статья поступила 18 мая 2010 г.