

© 2008 г. Вяч. Вс. ИВАНОВ

ОБ ЭВОЛЮЦИИ ПЕРЕРАБОТКИ И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В СООБЩЕСТВАХ ЛЮДЕЙ И ЖИВОТНЫХ

Рассматривается несколько вопросов, признающихся ключевыми при сопоставлении систем коммуникации людей и животных (в частности, антропоидов и обезьян): 1. Эволюция символики чисел и счета, в частности, сохранение у человека двух разных обнаруженных у животных систем оценки количества – общей, не связанной с дискретным счетом, и другой, предполагающей счет отдельных различающихся предметов. Рассматривается развитие некоторых языков Амазонии, приведшее к сохранению первой системы при почти полном исчезновении второй, опиравшейся в них некогда на числительные, позднее исчезнувшие. 2. Соотношение в эволюции речи, пения и музыки в связи с проблемой первичности общения песенного типа и с выявлением ритмической активности у антропоидов. 3. Генетические истоки естественного звукового языка в свете открытий последних лет, касающихся эволюции гена FOXP2, играющего роль для коммуникации у разных животных (от птиц и мышей до человека) и по новым данным претерпевшего сходные изменения у Человека Разумного и неандертальца. 4. Теоретико-информационный подход к языкам и мышлению человека и животных в связи с развитием идей квантовой теории информации в трудах Л.Б. Левитина и других крупных современных ученых.

Начавшееся обсуждение увлекательной книги З.А. Зориной и А.А. Смирновой позволяет поставить несколько вопросов, существенных для будущего диахронического изучения языка в контексте соединения лингвистических, естественно-научных и математических исследований.

1. Эволюция символики чисел и счета. Излагаемую в книге З.А. Зориной и А.А. Смирновой [Зорина, Смирнова 2006: 53–54] идею Л.С. Выготского о различных путях развития мышления и языка, лишь на последнем (собственно человеческом) этапе соединяющихся в единой семиотической системе, представляется возможным конкретизировать на примере категории числа и счета. В книге этот вопрос рассмотрен на примере опытов с шимпанзе и макаками, с одной стороны, с высшими видами птиц – воронами и попугаями, с другой [Зорина, Смирнова 2006: 78–90, 204, 251, 253, 256, 288]. В настоящее время можно сослаться и на новейшие результаты сравнительного изучения возможностей приближенной и точной оценки количеств у животных (в том числе обезьян), детей и взрослых людей, говорящих на языках разных типов. Согласно последней серии исследований, проведенных с помощью современных методов, можно предположить наличие двух разных систем, имеющих эволюционные корни. Одна система, очень рано формирующаяся в ходе эволюции (уже у рыб и рептилий¹, не говоря уже о более продвинутых видах [Dehaene 1997; Uller et al. 2003; Wiese 2003: 95–107]) и представленная у детей начиная с младенчества, позволяет приближенно оценить количество предметов, в том числе и достаточно большое [Dehaene et al. 2004; Feigenson et al. 2004]. Другая система, имеющая аналоги у обезьян и рано проявляющаяся у младенцев, делает возможным точно сосчитать небольшое число предметов (у макаки-резуса число их ограниче-

¹ Я не возвращаюсь здесь к затронутому в моей статье в обсуждаемой книге вопросу об информации, передаваемой танцем пчел, так как там следует говорить об оценке расстояния, а не о счете в собственном смысле слова. Данные об арифметических способностях муравьев получены Ж.И. Резниковой, см. [Зорина, Смирнова 2006: 40].

но пределом 4 [Hauser et al. 2000], новейшие данные об арифметических способностях обезьян см. [Cantlon, Brannon 2007]). Взаимодействие двух этих систем ведет, в частности, к выделению особых базисных числительных, которыми в большинстве языков служат 2 или 3, 4 или 5²: другие числительные, часто построенные на этих базисных, от них отличны, что может иметь и грамматическое выражение (ср. в индоевропейских языках противопоставления типа русск. *четыре человека – шесть людей*).

Нейронные модели работы мозга начали использовать для выяснения нервных механизмов, лежащих в основе каждой из двух систем. Предположены на нейронном уровне пути определения количества предметов в мозге макаки. Определенные нейроны (около 15–30% в соответствующей популяции) соотносятся с конкретным числом. При показе соответствующего множества предметов нейроны отвечают, как бы голосуя за известное число. Если большинство нейронов высказывается за данное число, принимается соответствующее решение (Рис. 1, В). Зоны коры обоих полушарий, отвечающие за операции по оценке количества предметов, у макаки и человека сопоставимы (Рис. 1, А и С).

У человека связь операций этого рода с теменными зонами обоих полушарий подтверждается и патологическими случаями – нарушением счета (дискалькулией), вызванной поражением этих зон в случае синдрома Тернера и других генетических заболеваний [Dehaene et al. 2004; Molko et al. 2003; Bruandet et al. 2004; Rivera et al. 2002]. При некоторых из подобных болезней страдают системы одного полушария, у правшей – обычно левого [Barnes-Goraly et al. 2005]. Нейропсихологические основы более поздних в эволюционном плане операций счета возможно обнаруживает заболевание с последствиями отчасти сходного типа – синдром Герстманна, вызванный повреждением левой теменной области мозга. Он ведет не только к отсутствию счета-акалькулии, но часто и к расстройству других форм собственно человеческой семиотической деятельности – аграфии (нарушению письма), нераспознаванию пальцев и нарушению двоичного противопоставления правой и левой стороны³. Эти семиотические функции человека, как и

² См. оживленную дискуссию об этих числительных [Hurford 1987; 2001; 2003; Dehaene, Meblor 1972; Dehaene 2001; Rutkovski 2003, Hammarstrom 2004; Heine 1997; Cowan 2001].

³ Ср. [Иванов Вяч.Вс. 1998: 421–422, 463]. Синдром Герстманна сейчас рассматривают как нарушение преобразования мыслительных образов [Mayer et al. 1999; Gruber et al. 2001; Fias et al. 2003]. Возражения против единства разных расстройств, объединяемых синдромом Герстманна, пробовали едва ли правомерно обосновать ссылками на опыты сравнения образов отделов мозга, активизировавшихся при стимуляции числительными и названиями частей тела [Le Clec et al. 2000]. Отрицательный вывод об отсутствии связи между двумя этими семантическими полями свидетельствует только о том, что данные исторической и типологической семантики, полученные на материале множества языков, где числительные образованы от названий частей тела, нельзя прямо сравнивать с результатами нейропсихологического изучения людей, говорящих на современных западно-европейских языках, в которых числительные организованы по другим принципам. Одно из условий успешного сотрудничества естественных наук с семиотическими состоит в обязательном учете данных каждой области знания. Ставший нейропсихологом математик Дезэн, увлекшись биологическими истоками оценки количества, в широко развернутом цикле публикаций со своими соавторами не придает достаточного значения этапу пальцевого счета, что делает его схему исторически сомнительной. В этом отношении необходимые коррективы вносят исследования, показывающие, что нервные системы, ведавшие движениями пальцев, позднее переключаются на счет предметов и математические рассуждения [Anderson 2007; Gentilucci, Corballis 2006; Butterworth 1999; Penner-Wilger et al. 2007]. О необходимости принятия во внимание при более общих построениях пальцевого счета и других неязыковых способов кодирования чисел ср. также [Harris 1982]. Большое число работ в последние годы связано с применением к естественному языку и языку жестов идеи зеркальных нейронов, ср. [Arbib 2006; Corballis 2006]. При всех должных оговорках по поводу роли самонаблюдения я считаю нужным к этому прибавить, что великий математик А.Н. Колмогоров рассказывал мне, как для него математические идеи связывались с определенными ощущениями в пальцах рук. По его словам, он делился этим выводом с акад. Понтрягиным, который подтвердил эту мысль на собственном опыте (Понтрягин был слепым, но в данном случае это едва ли имеет значение, потому что он ослеп в отрочестве, когда он уже начал заниматься математикой).

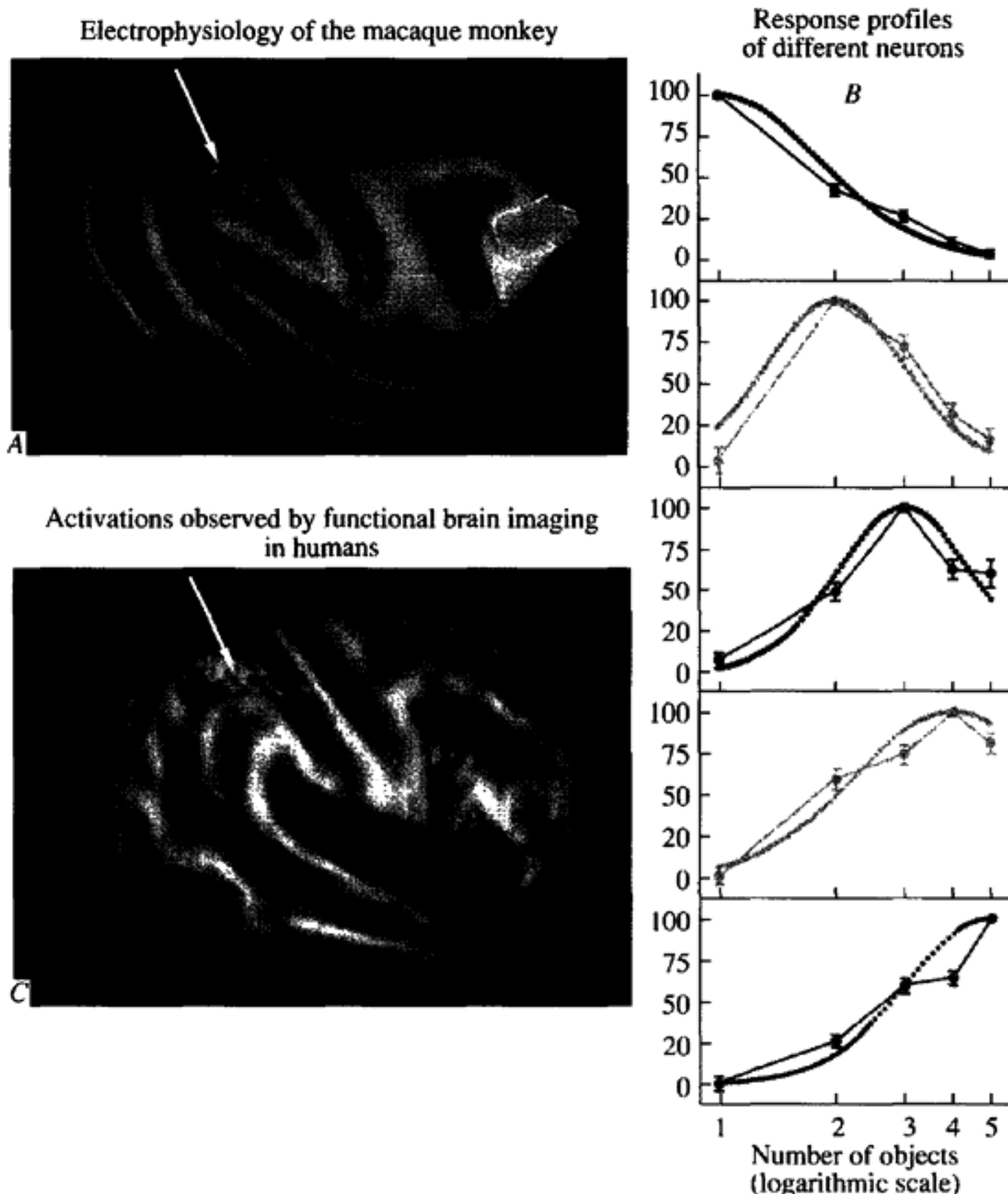


Рис. 1. А – результаты электрофизиологического изучения зон мозга макаки, участвующих в выработке оценок количества; В – профили ответов разных нейронов этих зон мозга макаки в зависимости от числа показываемых ей предметов (по логарифмической шкале); С – результаты активации зон мозга человека (по методу получения образов мозга при магнитно-ядерном резонансе) при подсчете числа предметов. По [Dehaene 2007; Nieder, Freedman, Miller 2002; Nieder, Miller 2003; 2004; Nieder, Marten 2007].

более древние, им предшествовавшие в эволюции, соотносятся с теми же теменными зонами, но при наличии латерализации, выделяющей левое полушарие как доминантное. Оно первоначально ведаёт у человека пальцевым счетом, предшествующим словесному. Сравнение жестовых символов антропоидов и людей подтверждает идею первичности счета посредством жестов. В той мере, в какой антропоидов удастся обучить жестовым символам, соответствующим числительным естественного человеческого языка, они в состоянии производить операции счета. В развитии коммуникации ребенка и в реконструированных праязыках многих семей языков пальцевые жесты выступают в качестве символов соответствующих чисел, что можно считать универсальной чертой естественных языков, где, как правило, числительное 5 означало некогда «одна рука», 10 – «обе руки» и т.п.

Изложенные выше открытия, касающиеся ранних систем счета, были использованы для истолкования своеобразия числительных и особенностей счета у некоторых племен Бразилии [Pica et al. 2004]; ср. [Gelman, Butterworth 2005: 8–9; Ivanov V.V. 2007; Иванов Вяч.Вс. 2007]. В современном языке мундуруку, где не осталось числительных выше пяти ($5 = pũg\ pogbi$ 'одна рука'), все числа, большие, чем это предельное, выражаются размытым (расплывчатым – fuzzy) образом – с ними соотносятся разные количественные слова. Можно сказать, что у мундуруку (как и у пирахан и у некоторых других племен Амазонии «зоны пирахан»⁴, где отсутствуют числительные выше 2 и названия пальцев) сохраняется первая система приближенного обозначения количеств, не соотносящаяся с числительными, при очень слабых следах второй системы точного счета (преимущественно по отношению к еще у них сохраняющимся первым числительным натурального ряда). Высказанное ранее [Иванов Вяч.Вс. 2005] предположение об исчезновении в языке пирахан древних числительных в связи с воздействием языков тупи согласуется с данными об истории ряда языков Амазонии. В вымерших языках мур, родственных пирахан, по данным, которые нуждаются в подтверждении, были числительные: мур *ri-hehi* «1», *mukóia* «2», *musapuri* «3»; бохура *huvi* «1», *mukui* «2» (ср. в древнем тупи *oíeré* «1», *mokōi* «2», *mosapy* «3»); как заметил еще в XIX в. Трамбелл [Trumbull 1874: 41–42, fn. 2], цитировавший латинские тексты европейских путешественников, после прихода европейцев язык тупи потерял бывшие в нем числительные, обозначавшие числа выше 3: древнее тупи *irundyk* «4», *po* «5 = рука», *che po che py* «20 = мои руки и ноги» (формально в тупи, как и в пирахан, различие единственного и множественного числа не выражено). В настоящее время в мундуруку (семья тупи) отсутствуют зафиксированные более ранними источниками числительные для чисел, большие, чем 5. Эти особенности языков Амазонии (в частности, семьи тупи) уже несколько веков назад (в 1690 г.) обнаружил и осмыслил основатель современной когнитивной семиотики Джон Локк. Говоря о необходимости знаков или имен для понимания чисел и счета, он писал: «некоторые жители Америки, с которыми я разговаривал (и которые в других отношениях обладали довольно хорошими умственными способностями), в своем счете никоим образом не могли, подобно нам, дойти до тысячи и не имели отдельной идеи этого числа, хотя очень хорошо считали до двадцати, ибо их язык, скудный, приспособленный к немногим потребностям их бедной и простой жизни, не знакомой ни с торговлей, ни с математикой, не имел слов для обозначения тысячи. И когда с ними беседовали о таких больших числах, то для выражения большого количества, которого они не могли счесть, они указывали на свои волосы на голове. Эта неспособность их, я полагаю, происходила от недостатка названий. У племени туупинамбо не было имен для чисел выше пяти; все числа больше пяти они выражали, показывая на свои пальцы и на пальцы других присутствующих лиц. Да и мы сами, несомненно, могли бы точно считать, [пользуясь] словами гораздо дальше, чем считаем обычно, если бы придумали хотя бы еще несколько пригодных для обозначения чисел наименований»⁵. Наблюдение Локка можно подкрепить ссылкой на то, что у пирахан большее или меньшее количество предметов символизир-

⁴ Понятие введено М. Сисоу (Cysouw) на основании данных «Всемирного атласа языковых структур»; в зону входит 29 языков разных языковых семей Амазонии, объединенных 22 общими фонологическими и грамматическими типологическими признаками, редко встречающимися в других областях. К их числу относятся и синтаксические особенности числительных, которые в некоторых из этих языков связываются в предложении только с глаголом, а не с именем [Dryer 2005]. Ср. в языке арапа каро *ma 'wit ip ?iy matet iagárokūm-nem* 'Вчера человек поймал 2 рыбы (букв. Человек-рыбу-ловит-вчера-две)'. Вызывающие оживленную дискуссию взгляды Эверетта на пирахан (изложенные в статье [Иванов Вяч.Вс. 2005] преимущественно на основании его материалов в Интернете) опубликованы в работе [Everett 2005] в сопровождении ряда критических комментариев. Напечатанные недавно [Gelman, Butterworth 2005: 9] сведения Эверетта о легкости выучивания «португальского» счета у пирахан противоречат другим опубликованным ранее утверждениям этого и других исследователей.

⁵ [Локк 1985: 256–257]. Там же см. о счете у детей в раннем возрасте.

руется иконическим жестом раскрытой ладони, которая может соответственно приближаться к земле или удаляться от нее (аналогический способ передачи информации). Другим способом жестового обозначения большого количества предметов у пирахан служит поза сидящего человека (чаще мужчины), который вытягивает руки и ноги, а также вытягивает пальцы рук и пальцы ног⁶.

В отличие от Локка многие современные исследователи, пишущие в последние годы об этих заново открытых особенностях языков Амазонии, сосредоточены не столько на занимавшей Локка необходимости чисел для точного счета, сколько на возможности определения количества независимо от языка. На основании этих фактов и экспериментов с людьми в обществах современного типа нейropsychологи приходят к выводу о том, что язык и математика не зависят друг от друга, и к звучащему на лад Платона утверждению, согласно которому понятие числа возникает раньше, чем соответствующее ему слово [Varley et al. 2005; Brannon 2005; Dehaene 2007] можно было бы процитировать для иллюстрации этой мысли в духе Выготского строки любимого его поэта – Мандельштама: «Быть может, прежде губ уже родился шепот, И в бездревесности кружились листы». Можно предположить, что это раннее понятие числа сперва воплотилось в жесте и потом лишь – в слове. Без слова представление точного дискретного числа невозможно. Как и многие другие идеи современной семантики, гипотеза об этом пути овладения числом была предвосхищена еще Лейбницем, писавшим о переходе от непрерывного (аналогического) понимания числа к дискретному (точному).

Для сравнения с системами коммуникации антропоидов и людей значительный интерес представляет описание человеческих жестовых символов для чисел как одного из способов передачи ручных понятий согласно мысли великого антрополога Кашинга [Cushing 1892], которую развивавший ее Леви-Брюль назвал открытием гения [Леви-Брюль 1930: 105–107, 128, 134]. Эйзенштейн пытался продолжить это открытие в собственных экспериментах, касающихся архаичного мышления и его использования в искусстве⁷. В замечательном исследовании А. Леруа-Гурана было показано, в какой мере история культуры определяется соотношением жеста («ручного понятия») и речи [Leroi-Gourhan 1965]. Эксперименты с антропоидами, описанные в книге Зориной и Смирновой, послужили одним из доводов для возвращения к давней идее первоначальности языка жестов по сравнению с фонемным устным языком⁸. Однако можно задаться вопросом, являются ли ручные понятия типа древних жестовых символов для чисел пережитком еще более ранней ручной символики или же речь может идти о специализированном языке для арифметики, который мог сосуществовать с естественным устным языком, описывавшим другие сферы повседневной жизни; наличие именно в сфере счета особых зрительных символов характерно для разных по времени человеческих семиотических систем от открытых Фроловым и Маршаком зарубок в графике палеолита до знаков (tokens) предклинописи, изученных Шмандт-Бессера, и позднейших логографических и силлабических письменных способов передачи чисел (ср. характерное наличие цифр-логограмм в современном алфавитном письме).

При изучении жестовых способов общения антропоидов с людьми в лабораторных условиях одним из важных вопросов является то, в какой мере соответствующие знаки представляют собой результат воздействия исследователей. Книга Зориной и Смирно-

⁶ [Everett 2005: 624]. Ср. выше об обозначении 20 = «мои руки и ноги» у тупи. Эверетт [Там же] сообщает также, что у пирахан части тела могут играть роль числительных: 'arai' 'голова = во-первых'.

⁷ [Эйзенштейн 2002: 93, 458; Иванов Вяч.Вс. 1998: 496; Ivanov V.V. 2006: 18-19]. Опыты Эйзенштейна были связаны с деятельностью кружка по изучению первобытного сознания и языка, для участия в котором он привлек Н.Я. Марра, Л.С. Выготского и А.Р. Лурия.

⁸ Недавно было обнаружено использование правой руки при коммуникации бабуинами, в связи с чем выдвигается предположение, что левое полушарие управляло жестовыми знаками до того, как к нему перешла и функция управления возникавшим устным языком, см. [Meguerditchian, Vauclair 2006].

вой содержит обсуждение (на основе выводов Н.А. Войтониса и Н.А. Тих) того, как с помощью экспериментатора у обезьяны могут формироваться указательные жесты [Зорина, Смирнова 2006: 129–131]. В последнее время обнаружены некоторые случаи употребления шимпанзе на воле знаков (указателей-индексов по классификации Пирса), которые раньше были выявлены при общении их с людьми⁹.

2. Речь, пение и музыка в эволюции. Описанная в книге З.А. Зориной и А.А. Смирновой [Зорина, Смирнова 2006: 112–113] система звуковых сигналов, использовавшаяся Н.Н. Ладыгиной-Котс при общении с Иони, как и последние неожиданные успехи бонобо Канзи в понимании устного английского языка [Там же: 120, 220–241], заставляют вернуться к сопоставительному анализу разных акустических знаков, используемых приматами. Особый интерес, как допускал еще Дарвин, могут представить гиббоны, у которых пение является важнейшей частью системы общения. Согласно последним работам в этой области, песни гиббонов (как при диалоге самца и самки [Geissmann 2002], так и в устных текстах, появляющихся при опасности нападения хищников) складываются из разных последовательностей одних и тех же элементарных «тонов» или слогов, имеющих определенную интонацию [Clarke et al. 2006]. Иначе говоря, структура целого текста определяется синтаксическими правилами сочетаний исходных элементарных единиц, что сопоставимо с принципами организации человеческого устного языка (количество фонем в разных человеческих языках в среднем существенно больше числа элементов коммуникации гиббонов). Отчасти сходные данные получены и в отношении некоторых из обезьян низшего эволюционного типа (в частности, *Cercopithecus nictitans*), у которых разные звуковые элементы соединяются по-разному в одно просодическое целое, имеющее различную структуру в зависимости от функции всего сообщения (сигнал присутствия хищника или необходимость движения стаи)¹⁰. Но значительность отличия как числа исходных элементов, так и строящихся из них сообщений, от принципиально большего, наблюдаемого в естественных языках, исключает возможность прямой генетической связи. Речь идет о сходстве типологическом или гомологии, которая может быть выявлена и при изучении того, как из элементов строится песня у певчей птицы (ср. [Fitch 2005; 2006]).

Наряду с жестами, роль которых сопоставима у антропоидов с функцией слов в естественных языках, они пользуются и акустическими сигналами. Звуковые сигналы эмоций у шимпанзе и человека имеют общие черты [Jurgens, Hammerschmidt 2006]. Разница состоит в том, что у человека междометия входят в словарь языка и образуются сочетаниями фонем (в том числе и особых внесистемных символов, встречающихся только в этой специальной части словаря). Иначе говоря, и здесь проявляется многоэтажность (точнее, многоуровневость), которую Роман Jakobson и Клод Леви-Строс признавали наиболее характерной особенностью разных человеческих систем. Согласно их общему выводу, эта многоуровневость обнаруживается в различных основных структурах человеческого общества и его коммуникации. Люди строят слова из цепочек фонем, используют орудия для изготовления орудий и брачные правила обмена женщинами для организации социальных структур: всякий раз элемент, который как таковой известен и у антропоидов (звуковой сигнал, орудие, отношение между самцом и самкой), используется как материал низшего уровня для построения собственно человеческой многоуровневой структуры, не имеющей прямых аналогов у антропоидов. Среднее число фонем в естественных языках близко к числу сигналов в системах коммуникации высших млекопитающих, но разница состоит в том, что у последних каждый сигнал имеет только одну

⁹ [Pika, Mitani 2006]. Следует, однако, заметить, что эти знаки не входят в основной словарь тех средств общения, который используется в диалогах между человеком и антропоидом.

¹⁰ [Arnold, Zuberbühler 2006]. Принципиальное отличие от фонемного языка в обеих системах у приматов состоит в крайне ограниченном числе образующихся сообщений с разными функциями.

функцию, а фонемы используют для построения слов с потенциально бесконечным числом функций.

Акустическая сигнализация обезьян и антропоидов сопоставима у человека как с устным языком, так и с пением и музыкой. Многие ученые сейчас возвращаются к гипотезе Дарвина о первичности общения песенного типа по сравнению с естественным языком [Masataka 2007]. Кажется возможным соотнести это предположение с выводами нейropsychологии. Приуроченность песенно-музыкальной памяти и композиторского творчества к правому полушарию можно было бы считать следом того отдаленного прошлого, когда хранение основной информации, нужной коллективу, осуществлялось посредством правополушарной памяти, основанной на слоговой песенной структуре (подробнее см. [Иванов Вяч.Вс. 2000; 2004a: 142–148; Ivanov V.V. 2000], там же обсуждаются возможные другие причины генетической передачи музыкальных способностей, которые едва ли могут быть ограничены только этими прагматическими потребностями, необходимыми для выживания).

Одной из наиболее интересных проблем, связанных с сопоставлением звуковых сигналов у антропоидов и человека, является ритмическая активность, характерная для бонобо, шимпанзе и горилл. Поскольку эта способность «барабанить» по собственному телу или по каким-либо используемым для этого предметам (например, стволам деревьев) есть только у перечисленных антропоидов и отсутствует у орангутанов¹¹ и гиббонов, в последнее время обсуждается вопрос о возможной связи этой ритмической активности с человеческой [Fitch 2005; 2006]. У человека особые орудия для производства музыкальных звуков засвидетельствованы археологически уже десятки тысяч лет назад (т.е. по времени сопоставимы с ранними образцами пещерного изобразительного искусства). Как и по отношению к использованию других орудий, допущение о возможной генетической связи (а не только гомологии или типологической параллели) применительно к производству ритмических последовательностей звуков у шимпанзе, бонобо и горилл кажется возможным.

3. Генетические истоки естественного звукового языка. Затрагиваемый во многих местах книги З.А. Зориной и А.А. Смирновой жгучий вопрос о биологических предпосылках языка получил в самые последние годы новое освещение благодаря серии работ, посвященных недавно открытому гену FOXP2 (Рис. 2), нарушения которого у человека ведут к неправильной работе многих частей речевого аппарата (и тех лицевых мускулов, которые могли играть роль и в языке жестов).

Отличительной особенностью гена является крайняя его консервативность. За 75 миллионов лет, которые на эволюционной лестнице разделяют мышь и шимпанзе, изменилась только одна аминокислота, тогда как человека от шимпанзе отличает целых две аминокислоты (чем подчеркивается связь данного гена с эволюцией человека разумного; в последнее время выявлено наличие изменения гена, сходное с произошедшим у человека, также у неандертальца, что может привести к пока еще недоказанной гипотезе о возведении этого изменения ко времени предполагаемого существования у них общего предка. См. [Krause et al. 2007]). Коммуникативная функция тех механизмов, за которые отвечает этот ген, предположительно является очень древней: ее можно обнаружить уже у некоторых певчих птиц, в частности, во время выучивания новых песен [Haesler et al. 2004; Scharff, White 2004; Teramitsu et al. 2004], ср. [Webb, Zhang 2005]. У ле-

¹¹ Отмеченный в моей статье в обсуждаемой книге дискуссионный вопрос о характере эволюционной близости орангутана и Человека Разумного продолжает обсуждаться в новейшей литературе. По молекулярным часам (на основании генетического сопоставления) время разделения предков человека и орангутана на несколько миллионов лет предшествовало отделению от других антропоидов (ср. ниже Рис. 2). Но замечено более 20 конкретных черт близкого сходства (больше, чем с шимпанзе), что следует объяснять другими способами, хотя некоторые приматологи настаивают на пересмотре сложившейся парадигмы, восходящей к провидческой заметке в записной книжке Дарвина об относительной степени близости разных типов антропоидов к человеку.

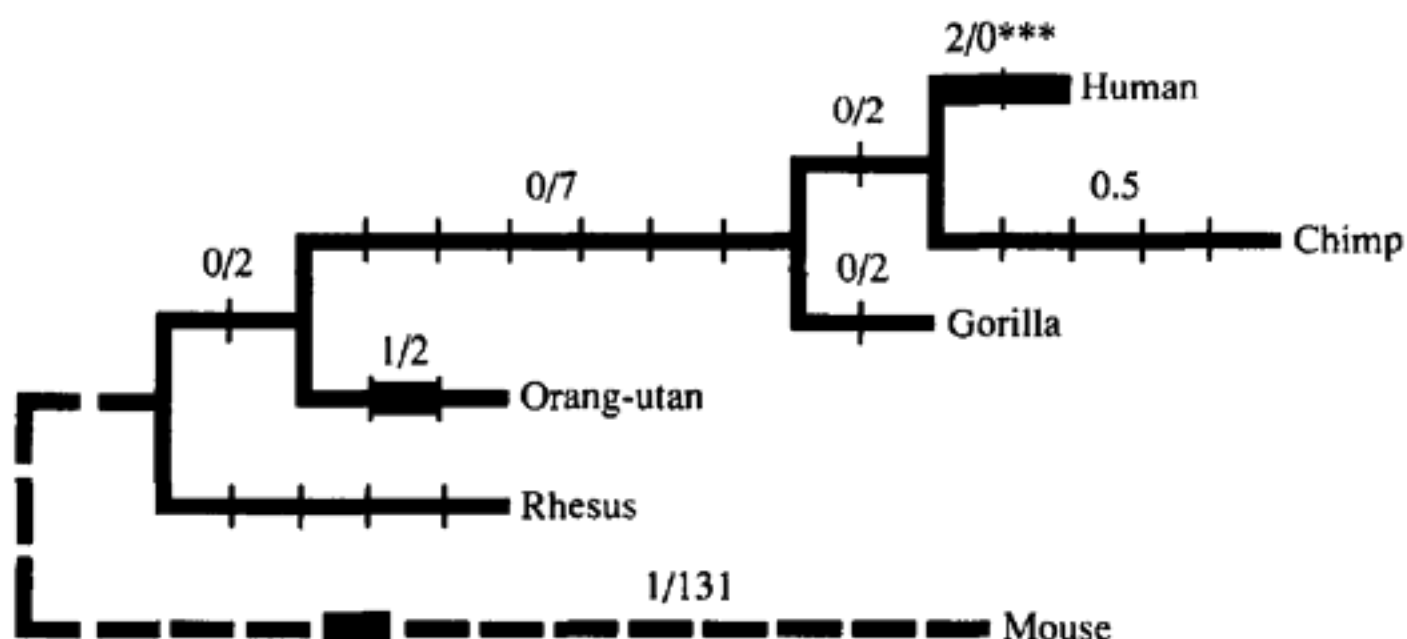


Рис. 2. Эволюция FOXP2 от мыши к обезьянам (макаке-резусу), орангутану, горилле, шимпанзе и человеку. Серые прямоугольники символизируют меняющиеся аминокислоты, вертикальные черточки – изменения в нуклеотидах. По [Enard et al. 2002].

тучих мышей предполагается связь эволюции этого гена с эхолокацией [Li et al. 2007]. А у мышей нарушение гена ведет к прекращению или ослаблению ультразвуковой связи между самкой и ее детенышами-мышатами [Shu et al. 2005]. Поскольку ген соотносится с областью 7q31 (хромосомы 7 [Lai 2000]), нарушения которой ведут к аутизму (понимаемому как генетическое заболевание), ставился и вопрос о связи этого гена с аутизмом. Но он пока остается без определенного ответа. Предполагается возможным и влияние нарушения этого гена на появление акустических галлюцинаций при шизофрении [Sanjuan et al. 2006]. Последнее представляет особый интерес в свете гипотезы Джейнза, допускавшего существенное значение таких галлюцинаций в древневосточных обществах, где предполагалось, что пророки получают непосредственную информацию от божества (ср. об этом [Иванов Вяч.Вс. 1998: 454]).

Исследование этого гена представляет собой только часть начавшегося изучения нестабильности генома человека, который мог претерпеть существенные изменения во время становления современного языка (предполагаемого источника всех или подавляющего большинства языков, позднее распространявшихся из Африки). Взгляд на этот именно ген как на важнейший фактор в развитии человека разделяется не всеми генетиками. Продолжающиеся работы, в частности, касающиеся взаимоотношения средств общения человека и антропоидов, могут пролить свет и на эту проблему.

4. Теоретико-информационный подход к языкам и мышлению человека и животных. Одной из главных проблем, обсуждаемых в книге З.А. Зориной и А.А. Смирновой, является вопрос о формах мышления животных, в частности, о выявлении ими аналогий. На этом пути современные исследователи, работы которых суммированы в соответствующей части книги [Зорина, Смирнова 2006: 71–101], пробуют конкретизировать идею Дарвина, полагавшего, что различия между человеком и животным состоят главным образом в количестве, а не в качестве. Кроме той статьи исследователей этого вопроса – Вассермана, Фагота и Янга, на которую среди других новых трудов ссылаются авторы [Там же: 57, 328], следует отметить и еще одну работу тех же исследователей [Fagot et al. 2001], где особое внимание обращено на возможность теоретико-информационного сравнения операций аналогического мышления у человека и обезьян (бабуинов). Вассерман и его соавторы приходят к выводу, что выбор, совершаемый обезьянами, целиком определяется энтропией используемых в опытах сходных и различных стимулов (картинок), тогда как в контрольной группе людей, решавших те же задачи отождествления и различения объектов, можно наблюдать и действие других факторов. Наблюдения этого рода приводят к положительному выводу о наличии логической ана-

логии не только у шимпанзе и павианов (что было установлено ранее, см. [Зорина, Смирнова 2006: 94], там же о воронах), но и у других обезьян – бабуинов.

В книге З.А. Зориной и А.А. Смирновой [Там же: 40] обращено внимание на существенность теоретико-информационного подхода к коммуникации у животных, возможность которого продемонстрирована в упоминаемых в книге опытах с муравьями новосибирской группы Ж.И. Резниковой и ее сотрудников. В последнем обзоре литературы, написанном Ж.И. Резниковой [Reznikova 2007], раскрываются многообразные возможности этого принципиально нового направления в исследовании коммуникации у животных. Из самых последних работ в этом духе стоит отметить детальное исследование энтропии песен горбатых китов [Suzuki et al. 2006]. Авторы установили, что за секунду с помощью одной песенной структурной единицы передается меньше 1 бита, дается также оценка количества информации, передаваемого всей песней (приблизительно 130 битов). Исследование предполагаемых аналогов рифм и других звуковых повторов может оказаться интересным для оценки избыточности языка сообщений. Продолжение подобных исследований может иметь большое значение для создания количественно ориентированного сравнительного описания систем коммуникации разных животных в их сопоставлении с естественными языками.

В последнее время предложены новые усовершенствованные методы вычисления энтропии естественного языка, основанные на игровом подходе [Levitin, Reingold 1994]. Это направление в целом в отличие от характерного для науки последнего полувека накопления эмпирических данных без общей теории относится к числу таких, где на первом плане – начинающиеся теоретические построения, сулящие перестройку целых больших разделов существующего знания. В этом отношении приобретает особую роль цикл работ последнего времени, посвященных информационному подходу к науке в целом. В этом смысле большое значение имели книги общего характера фон Бейера и других об информации как новом языке науки и серия физических исследований в этом направлении, где соединяются теория информации и квантовая механика. Опубликованные в последнее время обобщения в этой сфере касаются и организованных сложных систем, таких, как жизнь и искусственный интеллект [Toffoli, Levitin 2005: 58]. Стал очевидным смысл ранее замеченного сходства форм выражений для количества информации и давно открытой в термодинамике энтропии. Видную роль сыграла теорема Н. Марголюса и Л.Б. Левитина (начинавшего свои работы в России и продолжающего их в Бостоне). Она устанавливает соотношение между временем, нужным для производства информации, и энергией, на это затрачиваемой. Теорема и выводы из нее имеют приложение к целому спектру проблем от геометрии пространства – времени до определения числа операций, сделанных Вселенной как гигантским компьютером за время ее существования. Еще на заре кибернетики гениальный фон Нейман говорил о мире как о пассивной памяти машины (эта идея была широко использована нашими семиотиками в их исследованиях знаковых систем). Сейчас приходят к мысли, что существование Вселенной состоит в вычислении. Это важно не только для теории познания в целом, но и для понимания роли каждой отдельной научной дисциплины. Вслед за созданием Шенноном теории информации в годы после Второй мировой войны появилось множество опытов приложения ее к исследованию языка, музыки и других систем знаков (см. библиографию и обзор [Моль 1966; Яглом А., Яглом И. 2006]). Позднее интерес к таким исследованиям охладевает, хотя для многих ученых установление возможности количественного подхода к проявлениям духовной культуры остается одним из главных достижений науки прошлого века (ср. [Иванов Вяч.Вс. 2004]). Оживление интереса к этим проблемам приходит в последнее время со стороны естественных наук. Теория информации (в частности, развитая в последние годы квантовая теория информации [Холево 2000]) начинает применяться к очень широкому кругу явлений, включающему и разные виды языков и знаковых систем, используемых людьми и разными живыми существами (в том числе обезьянами и антропоидами). Книга З.А. Зориной и А.А. Смирновой поможет привлечению интереса наших ученых (особенно молодых) к этому важнейшему направлению современной науки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Зорина, Смирнова 2006 – *З.А. Зорина, А.А. Смирнова*. О чем рассказали «говорящие» обезьяны. М., 2006.
- Иванов Вяч.Вс. 1998 – *Вяч.Вс. Иванов*. Избранные труды по семиотике и истории культуры. Т. 1. М., 1998.
- Иванов Вяч.Вс. 2000 – *Вяч.Вс. Иванов*. Заметки по исторической семиотике музыки // Музыка и незвучащее. М., 2000.
- Иванов Вяч.Вс. 2004а – *Вяч.Вс. Иванов*. Наука о человеке. Введение в современную антропологию. М., 2004.
- Иванов Вяч.Вс. 2004б – *Вяч.Вс. Иванов*. Лингвистика третьего тысячелетия: вопросы к будущему. М., 2004.
- Иванов Вяч.Вс. 2005 – *Вяч.Вс. Иванов*. Типология языков бассейна Амазонки. II. Числительные и счет // ВЯ. 2005. № 5.
- Иванов Вяч.Вс. 2007 – *Вяч.Вс. Иванов*. К антропологии числа // *Studia ethnologica*. АБ–60: Сб. ст. к 60-летию А.К. Байбурина. СПб.: Европейский Университет в Санкт-Петербурге, 2007.
- Леви-Брюль 1930 – *Л. Леви-Брюль*. Первобытное мышление / Пред. Н.Я. Марра. М., 1930.
- Локк 1985 – *Дж. Локк*. Опыт о человеческом разумении // Сочинения. Т. 1. М., 1985.
- Моль 1966 – *А. Моль*. Теория информации и эстетическое восприятие. М., 1966.
- Холево 2000 – *А.С. Холево*. Квантовая теория информации. М., 2000.
- Эйзенштейн 2002 – *С.М. Эйзенштейн*. Метод. Т. 1. Grundproblem. М., 2002.
- Яглом А., Яглом И. 2006 – *А.М. Яглом, И.М. Яглом*. Вероятность и информация. 4-е изд. 2006.
- Anderson 2007 – *M.I. Anderson*. Evolution of cognitive function via redeployment of brain areas // *The neuroscientist*. 13 (1). 2007.
- Arbib 2006 – *M. Arbib* (ed.). Action to language via the mirror neuron system. Cambridge, 2006.
- Arnold, Zuberbühler 2006 – *K. Arnold, K. Zuberbühler*. Language evolution: Semantic combinations in primate calls // *Nature*. 441. 2006.
- Barnes-Goraly et al. 2005 – *N. Barnes-Goraly, S. Eliez, V. Menon, R. Bammer, A.I. Reiss*. Arithmetic ability and parietal alterations; A diffusion tensor imaging study in velocardiofacial syndrome // *Cognitive brain research*. 25. 2005.
- Brannon 2005 – *E.M. Brannon*. The independence of language and mathematical reasoning // *Proceedings of the National academy of sciences of the USA*. 102 (9). 2005.
- Bruandet et al. 2004 – *M. Bruandet, N. Molko, L. Cohen, S. Dehaene*. A cognitive characterization of dyscalculia in Turner syndrome // *Neuropsychologia*. 42. 2004.
- Butterworth 1999 – *B. Butterworth*. The mathematical brain. London, 1999.
- Cantlon, Brannon 2007 – *J.F. Cantlon, E.M. Brannon*. Basic math in monkey and college students // *PLoS Biology*. 5 (12). 2007.
- Clarke et al. 2006 – *E. Clarke, U.H. Reichard, Zuberbühler*. The syntax and meaning of wild gibbon songs // *PLoS ONE*. 1 (1). 2006.
- Corballis 2006 – *M.C. Corballis*. Evolution of language as a gestural system // *Marges linguistiques*. № 11. 2006.
- Cowan 2001 – *D. Cowan*. The magical number 4 in short-term memory. A reconsideration of mental storage capacity // *Behavioral and brain sciences*. 24. 2001.
- Cushing 1892 – *F.H. Cushing*. Manual concepts: A Study of the influence of hand-usage on culture-growth // *American anthropologist*. V. 5. № 4. 1892.
- Cysouw – *M. Cysouw*. Area centered on Pirahã // <http://email.eva.mpg.de/~cysouw/pdf/cysouwKOEL-NAPPENDIX>.
- Dehaene 1997 – *S. Dehaene*. The number sense. Oxford, 1997.
- Dehaene 2001 – *S. Dehaene*. Author's response. Is number sense a patchwork? // *Mind and language*. 16. 2001.
- Dehaene 2007 – *S. Dehaene*. A few steps toward a science of mental life // *Mind, brain and education*. V. 1. № 1. 2007.
- Dehaene, Mebler 1992 – *S. Dehaene, J. Mebler*. Cross-linguistic regularities in the frequency of number words // *Cognition*. 43. 1992.
- Dehaene et al. 2004 – *S. Dehaene, N. Molko, L. Cohen, A.J. Wilson*. Arithmetic and the brain // *Current opinion in neurobiology*. 2004. 14.
- Dryer 2005 – *M. Dryer*. (Map) 89. Order of numeral and noun // *World atlas of linguistic structures*. Berlin, 2005.

- Enard et al. 2002 – W. Enard, M. Przeworski, S. Fisher, C. Lai, V. Wiebe, T. Kitano, A. Monaco, S. Pääbo. Molecular evolution of FOXP2, a gene involved in speech and language // *Nature*. 418. 2002.
- Everett 2005 – I. Everett. Cultural constraints on grammar and cognition in Pirahã // *Cultural anthropology*. V. 46. № 4. 2005.
- Fagot et al. 2001 – J. Fagot, E.A. Wasserman, M.E. Young. Discriminating the relation between relations; the role of entropy in abstract conceptualization by baboons (*Papio papio*) and humans (*Homo sapiens*) // *Journal of experimental psychology. Animal behavior processes*. V. 17. № 4. 2001.
- Feigenson et al. 2004 – L. Feigenson, S. Dehaene, E. Spelke. Core systems of number // *Trends in cognitive sciences*. V. 8. № 7. 2004.
- Fias et al. 2003 – W. Fias, J. Lammertyn, B. Reynvoet, P. Dupont, G.A. Orban. Parietal representation of symbolic and non-symbolic magnitude // *Journal of cognitive neuroscience*. 15 (1). 2003.
- Fitch 2005 – W.T. Fitch. The evolution of music in comparative perspective // *Annals of the New York Academy of sciences*. 1060 (1). 2005.
- Fitch 2006 – W.T. Fitch. The biology and evolution of music: a comparative perspective // *Cognition*. V. 100. № 1. 2006.
- Geissmann 2002 – T. Geissmann. Duet-splitting and the evolution of gibbon songs // *Biological Review*. 77. 2002.
- Gelman, Butterworth 2005 – R. Gelman, B. Butterworth. Number and language: how are they related? // *Trends in cognitive sciences*. V. 9. № 1. 2005.
- Gentilucci, Corballis 2006 – M. Gentilucci, M.C. Corballis. From manual gesture to speech: a gradual transition // *Neuroscience behavior review*. 30. 2006.
- Gruber et al. 2001 – O. Gruber, P. Indefrey, H. Steinmetz, A. Kleinschmidt. Dissociating neural correlates of cognitive components in mental calculation // *Cerebral cortex*. 11 (4). 2001.
- Haesler et al. 2004 – S. Haesler, K. Wada, A. Nashdejan, E.E. Morrissey, T. Lints, E.D. Jarvis, C. Scharff. FoxP2 expression in avian vocal learners and non-learners // *Journal of neuroscience*. 24 (13). 2004.
- Hammarström 2004 – H. Hammarström. Properties of lower numerals and their explanation: A reply to Pavel Rutkovski // *Journal of universal language*. V. 5. № 2. 2004.
- Harris 1982 – J.W. Harris. Facts and fallacies of aboriginal number systems // *Languages and cultures*. Work papers of Summer institute of Linguistics-Australian Aboriginal Branch. Series B. 1982.
- Hauser et al. 2000 – M.D. Hauser, S. Carey, L.B. Hauser. Spontaneous number representation in semi-free-ranging rhesus monkeys // *Proceedings of the Royal Society. B. Biological sciences*. London. 267. 2000.
- Heine 1997 – B. Heine. *Cognitive foundations of grammar*. Oxford, 1997.
- Hurford 1987 – J.R. Hurford. *Language and number*. Oxford, 1987.
- Hurford 2001 – J.R. Hurford. Languages treat 1–4 specifically. Commentary on Stanislas Dehaene's précis of *The number sense* // *Mind and language*. 16. № 1. 2001.
- Hurford 2003 – J.R. Hurford. The interaction between numerals and nouns // F. Plank (ed.). *Noun phrase structure in languages of Europe (Empirical approaches to language typology)*. V. 20. № 7. Berlin, 2003.
- Ivanov V.V. 2000 – V.V. Ivanov. The semiotic of sound texts: the semiotic dimensions // *Elementa*. V. 4. № 3. 2000.
- Ivanov V.V. 2006 – V.V. Ivanov. Eisenstein's risqué drawings and the «cardinal problem» of his art // *A mischievous Eisenstein*. St.-Petersburg, 2006.
- Ivanov V.V. 2007 – V.V. Ivanov. Towards semiotics of number // *Bulletin of the Georgian national academy of sciences*. V. 175. № 1. 2007.
- Jürgens, Hammerschmidt 2006 – U. Jürgens, K. Hammerschmidt. Common acoustic features in the vocal expression of emotions in monkeys and man // *Primate report*. 74. 2006.
- Krause et al. 2007 – J. Krause, C. Lalueza-Fox, L. Orlando, W. Enard, R.E. Green, H.A. Burbano, J.-J. Hublin, C. Hänni, J. Fortes, M. de la Rasilla, J. Bertranpetit, A. Rosas, S. Pääbo. The derived FOXP2 Variant of modern humans was shared with Neandertals // *Current biology*. 17. 2007.
- Lai et al. 2000 – C. Lai, S. Fisher, J. Hurst, E. Levy, S. Hodgson, M. Fox, S. Jeremiah, S. Povey, D. Jamison, E. Green, F. Vargha-Khadem, A. Monaco. The SPCH1 region on human 7q31: genomic characterization of the critical interval and localization of translocations associated with speech and language disorder // *American journal of human genetics*. 67 (2). 2000.
- Le Clec et al. 2000 – G. Le Clec, S. Dehaene, L. Cohen, J. Mehler, E. Dupoux, J.B. Poline, S. Lehericy, P.F. van de Moortel, D. Le Bihan. Distinct cortical areas for names of numbers and body parts independent of language and input modality // *NeuroImage*. 12. 2000.
- Leroi-Gourhan 1965 – A. Leroi-Gourhan. *Le geste et la parole*. Paris, 1965.

- Levitin, Reingold 1994 – L.B. Levitin, Z. Reingold. Entropy of natural languages: Theory and experiment // *Chaos. Solitons. Fractals*. 4. 1994.
- Li et al. 2007 – G. Li, J. Wang, J.R. Rossiter, G. Jones, S. Zhang. Accelerated Fox P2 evolution in Echolocating bats // *PLoS ONE*. 2 (9). 2007.
- Masataka 2007 – N. Masataka. Music, evolution and language // *Developmental science*. V. 10. № 1. 2007.
- Mayer et al. 1999 – E. Mayer, M.-D. Martory, A.J. Pegna, T. Landis, J. Delavelle, J.-M. Annoni. A pure case of Gerstmann syndrome with a subangular lesion // *Brain*. V. 122. № 6. 1999.
- Meguerditchian, Vauclair 2006 – A. Meguerditchian, J. Vauclair. Baboons communicate with their right hand // *Behavioural brain research*. 171. 2006.
- Molko et al. 2003 – N. Molko, A. Cachia, D. Riviere, J.F. Mangin, M. Bruandet, D. Le Bihan, L. Cohen, S. Dehaene. Functional and structural alterations of the intraparietal sulcus in a developmental dyscalculia of genetic origin // *Neuron*. 40. 2003.
- Nieder, Freedman, Miller 2002 – A. Nieder, D.J. Freedman, E.K. Miller. Representation of the quantity of visual items in the primate prefrontal cortex // *Science*. 297. 2002.
- Nieder, Marten 2007 – A. Nieder, K. Marten. A labeled-line code for small and large numerosities in the monkey prefrontal cortex // *The journal of neuroscience*. 27 (22). 2007.
- Nieder, Miller 2003 – A. Nieder, E.K. Miller. Coding of cognitive magnitude. Compressed scaling of numerical information in the primate prefrontal cortex // *Neuron*. 37. 2003.
- Nieder, Miller 2004 – A. Nieder, E.K. Miller. A parieto-frontal network for visual numerical information in the monkey // *Proceedings of the National Academy of sciences of the United States of America*. 101. 2004.
- Penner-Wilger et al. 2007 – M. Penner-Wilger, I. Fast, J. LeFevre, B.L. Smith-Chant. The foundations of numeracy: subitizing, finger gnosis, and fine-motor ability // *Proceedings of the 29th annual conference of the cognitive science society*. Mahwah; New Jersey, 2007.
- Pica et al. 2004 – P. Pica, C. Lerner, V. Izard, S. Dehaene. Exact and approximate arithmetic in an Amazonian Indigene group // *Science*. V. 306. 2004.
- Pika, Mitani 2006 – S. Pika, J. Mitani. Referential gestural communication in wild chimpanzees (*Pan troglodytes*) // *Current biology*. 16. 2006.
- Reznikova 2007 – Zh. Reznikova. Dialog with black box: using information theory to study animal language behaviour // *Acta ethologica*. Springer, 2007.
- Rivera et al. 2002 – S.M. Rivera, V. Menon, C.D. White, B. Glaser, A.L. Reiss. Functional brain activation during arithmetic procession in females with fragile X syndrome is related to PMR1 protein expression // *Human brain mapping*. 16. 2002.
- Rutkovski 2003 – P. Rutkovski. On the universal neuropsychological basis of the syntax of numerals // *Journal of universal language*. 2. 2003.
- Sanjuan et al. 2006 – J. Sanjuan, A. Tolosa, J.C. Gonzalez, E.J. Aguilar, J. Perez-Tur, C. Najera, M.D. Molto, R. de Frutos. Association between FOXP2 polymorphisms and schizophrenia with auditory hallucinations // *Psychiatric genetics*. 16 (2). 2006.
- Scharff, White 2004 – C. Scharff, S.A. White. Genetic components of vocal learning // *Annals New York Academy of sciences*. 1016. 2004.
- Shu et al. 2005 – W. Shu, J.Y. Cho, Y. Jiang, M. Zhang, D. Weisz, G.A. Elder, J. Schmeidler, R. De Gasperi, M.A. Gama Sosa, D. Rabidou, A.C. Santucci, D. Perl, E. Morrissey, J.D. Buxbaum. Altered ultrasonic vocalization in mice with a disruption in the FOXP2 gene // *Proceedings of the National Academy of sciences of the USA*. V. 102. № 27. 2005.
- Suzuki et al. 2006 – R. Suzuki, J.R. Buck, P.L. Tyack. Information entropy of humpback whale songs // *Journal of the Acoustical society of America*. V. 119 (3). 2006.
- Teramitsu et al. 2004 – I. Teramitsu, L.C. Kudo, S.E. London, D.H. Geschwind, S.A. White. Parallel FOXP1 and FOXP2 expression in songbird and human brain predicts functional interaction // *Journal of neuroscience*. 24 (13). 2004.
- Toffoli, Levitin 2005 – T. Toffoli, L.B. Levitin. Specific ergodicity: an information indicator for invertible computational media // *Computer frontiers*. 2005.
- Trumbull 1874 – J.H. Trumbull. On numerals in American Indian languages, and the Indian mode of counting // *Transactions of the American philological association*. V. 5. 1874.
- Uller et al. 2003 – C. Uller, R. Jaeger, G. Guldry, C. Martin. Salamanders (*Plethodon cinereus*) go for more: rudiments of numbers in an amphibian // *Animal cognition*. 6. 2003.
- Varley et al. 2005 – R.A. Varley, N.J.C. Klessinger, C.A.J. Romanowski, M. Siegal. Agrammatic but numerate // *Proceedings of the National Academy of sciences of USA*. 102 (9). 2005.
- Webb, Zhang 2005 – D.M. Webb, J. Zhang. FoxP2 in Song-Learning birds and vocal-learning mammals // *Journal of heredity*. 96 (3). 2005.
- Wiese 2003 – H. Wiese. Numbers, language and the human mind. Cambridge, 2003.