

Зеркальный мозг, концепты и язык: цена антропогенеза

Т. В. Черниговская

Санкт-Петербургский государственный университет

Попытки определить и понять в рамках научного знания, в чём кардинальное отличие человека от других биологических видов и какова его природа, имеют не такую уж долгую историю — менее 150 лет: в 1859 году Дарвин издал «Происхождение видов», а в 1871 — «Происхождение человека» [63, 64]. С тех пор наши представления о своей биологической истории, особенно с введением в эту область науки генетических исследований, неизмеримо выросли, и мы можем построить генеалогическое древо до времени формирования современного человека на территории Африки. По независимым оценкам разных групп исследователей, что показал анализ митохондриальной ДНК, временем появления *Homo sapiens* как биологического вида следует считать период около 185 тысяч лет назад. Около 60–70 тысяч лет назад, ещё до выхода из Африки эта популяция разделилась по крайней мере на три подгруппы, давшие начало африканской, монголоидной и европеоидной расам [48, 130]. Сопоставимые результаты дают и исследования У-хромосомы, хотя и указывают на более поздние сроки — 140–175 тысяч лет назад [136]. Мы знаем также, что младенец, рождённый сейчас, генетически очень мало отличается от рождённого в начале нашей биологической истории; известно, какие линии оказались тупиковыми, а какие привели к возникновению человека современного типа и разных расовых и этнических групп [6, 16, 9]. Следует, однако, обратить внимание на только что (сентябрь 2005г) опубликованные результаты, которые показывают, что микроцефалин (ген, регулирующий объём мозга) продолжает адаптивно эволюционировать; генетическая разновидность *ASPM*, детерминирующая объём мозга у *Homo sapiens*, возникла примерно 5800 лет назад и с тех пор нарастает под давлением положительного отбора. Это свидетельствует о том, что человеческий мозг всё ещё находится под воздействием адаптивных эволюционных процессов [73, 110].

Генетическая близость человека и нашего ближайшего родственника шимпанзе даёт основание считать их под родами одного рода: *Homo Pan* и *Homo Homo* [85]. В Эфиопии, Кении и Чаде обнаружены миоценовые гоминиды древностью 7–5 млн лет [40], что указывает на отрезок 9–7 млн лет назад как на время дивергенции. Считается, что человек и шимпанзе — два триба одного подсемейства, что ставит вопрос о

правомочности отнесения представителей человеческой линии к семейству гоминид, однако этот вопрос далеко не ясен. Генеалогически человек не противостоит своим ближайшим родственникам — шимпанзе и горилле, но родство его с шимпанзе больше, чем каждого из них — с гориллой, и ясно, что человек — эволюционно поздняя ветвь на родословном древе приматов, которая резко отделилась и стала развиваться по абсолютно особой траектории.

Несомненно, что основные эволюционные приобретения человека следует искать в структуре и функциях головного мозга. Несмотря на растущий объём знаний о психике человека — его языке, семиотических возможностях и способности к формированию концептов и на данные о сопоставлении этих функций с высшими проявлениями психических способностей других биологических видов, мы тем не менее очень плохо представляем себе, что такое Сознание — главная наша характеристика как вида (наряду с языком) — и как оно обеспечивается мозговой активностью. В этой связи стоит вспомнить дискуссию “*The Self and Its Brain*”, происходившую почти 30 лет назад между крупнейшим нейрофизиологом Джоном Эклзом и крупнейшим философом науки Карлом Поппером [122] и признать, что всё нарастающая лавина надёжных данных функционального картирования мозга и некоторый прогресс в теоретических знаниях тем не менее не привели за это время к значимому прорыву в осмыслении проблемы. Вероятно, следует возлагать надежды не на ещё большее усложнение разрешающей способности техники, а на методологический и даже философский прорыв, который должен привести к возникновению новой мульти-дисциплинарной научной парадигмы.

В физиологической науке такой шаг может отталкиваться, например, от недостаточно освоенных и оцененных и, к сожалению, практически неизвестных вне России трудов А. А. Ухтомского, не только выдающегося физиолога, но крупного и высоко нравственного мыслителя, опередившего своё время почти на век. Достаточно отметить помимо общеизвестного принципа доминанты такие важнейшие для продумывания, постановки и интерпретации экспериментов положения как невозможность игнорировать роль наблюдателя (давно признанная квантовой физикой), идея хронотопа и роли адаптивного поведения, введение в биологическое знание таких понятий как этика и нравственность — роль чего ещё не осознана естественными науками, в основном базирующимися на бихевиористских схемах. Идеи Ухтомского о построении интегрального знания о человеке, согласно которым *разобцение функций — абстракция*, вполне могут определить научное и философское пространство XXI века.

Язык является дифференцирующим признаком, характеристикой человека как вида. Это вполне ясно формулировал уже Дарвин, подчёркивая, что дело не в артикуляции

как таковой, что доступно, например, некоторым видам птиц при совершенно иной анатомии звукопородуцирующих органов, а в способности связать определённые звуки с определёнными идеями (*power of connecting definite sounds with definite ideas*). Однако далее Дарвин говорит о том, что такая способность хоть и характеризует именно человека, но не является автономной, а базируется на развитии ментальных способностей вообще. Это очень важное замечание, т. к. с тех пор и до сего времени основные споры именно и ведутся вокруг двух диаметральных позиций: «особости», отдельности, в том числе и анатомической, языковой способности человека или включения её в число других высших психических функций, считая одним из видов присущих мозгу вычислительных операций.

Это положение вызывает множество вопросов. Орудия труда, изготовленные первобытным человеком *Homo erectus* и требовавшие, как очевидно, развитых мыслительных возможностей, серийной организации деятельности, планирования и способов передачи этих знаний другим членам сообщества и следующим поколениям, датируются в разных местах возрастом 500 000–800 000 лет, что иногда интерпретировалось как указание на наличие языка с его символическими и концептуальными возможностями. Однако, вопрос этот крайне противоречив, и данных для такой хронологии возникновения языка (а стало быть и человека современного типа) явно недостаточно. Общеизвестно, что объём мозга в процессе антропогенеза увеличивался, в основном за счёт неокортекса и фронтальных его отделов. Тем не менее, несмотря на уже сопоставимый с современной популяционной нормой объём, это почему-то не обеспечивало никакого видимого материального прогресса в течении сотен тысяч лет (что видно, например, по орудиям труда). Это вызывает естественные вопросы, на которые нет удовлетворительных ответов: что «мешало» мозгу такого объёма обеспечить необходимые процедуры для усложняющейся деятельности, гарантируя успешную конкуренцию? что позволило мозгу, который уже сотни тысяч лет был достаточно для возникновения сложного поведения и языка объёма, внезапно стать несравнимо более эффективным?

Археологами и антропологами фиксируется «внезапный» взрыв креативных способностей древних людей, произошедший примерно 75 000–50 000 лет назад. Это ассоциируется с ростом интеллекта и сознания; вполне вероятно, что именно в это время формируются высшие психические функции, необходимые не только для языка как такового (в частности, для синтаксиса), но и шире: многоэтапное планирование, цепочки логических операций, изобретение игр на основе конвенциональных правил, поиск закономерностей в наблюдаемых явлениях, и музыка [^{88, 74, 103}].

В этой связи необходимо остановиться на очень важных работах М. Дональда [70, 71, 72], где обсуждается роль разных видов памяти и обучения в эволюционных процессах, формировавших человека, и одним из важнейших называется мимезис — способность копирования, подражания, имитации. Долгое время (сотни тысяч лет) наши биологические предки могли обходиться без вербального языка, развивая при этом весьма сложные навыки, а значит и мозг. Это время, вероятно, было заполнено и формированием концептов-примитивов, позволяющих создавать некие гипотезы о характере и свойствах внешнего мира. С другой стороны, ясно, что формирование любых, даже и самых первичных концептов требует языка для их дифференциации и номинации. Как и когда возник язык в собственном смысле слова — вопрос открытый [27]. Весьма вероятно, что это произошло много позже и, скорее всего, по одному из двух возможных сценариев: «грамматический взрыв» как результат макромутации или как результат отбора мелких мутаций, т. е. гораздо более постепенного процесса (см., например, [119, 123, 117, 120, 55]).

Чрезвычайно важными для обсуждения этого вопроса являются работы Джеккендоффа [97]. Основная идея их сводится к спору со сторонниками генеративной грамматики, для которых центром языка, его комбинаторных возможностей является синтаксис. Джеккендофф считает, что более обоснована предлагаемая им и вызывающая горячие споры представителей самых разных наук концепция параллельной архитектуры, где фонология, синтаксис, лексикон и семантика являются независимыми генеративными системами, связанными друг с другом интерфейсами [98]. Эта концепция гораздо более совместима как с данными нейронуки и менталистской теорией семантики, так и с более правдоподобными, чем идея мутации, гипотезами эволюции языковой способности человека. Даже в недавних работах главного адепта идеи макромутации Хомского с соавторами [91] и дискуссии вокруг неё [118] ясно показано, что большая часть «вычислительных» и сенсорных способностей разделяется нами с другими млекопитающими, и научение, в том числе и языковое, несомненно включает в себя семантический компонент. По Джеккендоффу, именно *значение* (а не синтаксические структуры) должно было быть первым генеративным компонентом, вызвавшим возникновение и дальнейшее развитие языка. Первая стадия была, скорее всего, выражена символическим использованием простейших вокализаций (или жестов), без какой-либо грамматической организации. На этой стадии, конечно, нет синтаксиса, так как это «однословные» сигналы, но это уже палео-лексикон, отражающий концепты-примитивы. Потом начинает появляться первичный синтаксис, дающий возможность дифференцировать, например, объект и субъект, маркируя это очерёдность следования компонентов сообщения. И только потом, по мере усложнения выражаемой семантики и

конвенциональных правил соотнесения её с фонологией, возникают синтаксические структуры в современном понимании. Такой подход, конечно, в гораздо большей мере, чем предшествующие, открывает путь к интеграции различных областей знаний для построения непротиворечивой теории.

Книга Джеккендоффа вызвала резкую критику сторонников основной генеративистской парадигмы, помещающей синтаксис на привилегированное место и настаивающих на внезапном, а не эволюционном возникновении языка. Так, Биккертон [37] не видит объяснений тому факту, что постепенно развивающийся, по Джеккендоффу, язык почему-то не вызывал никаких изменений в других видах когнитивной эволюции, как будто застывшей на сотни тысяч лет. Он также не видит причин дополнять ещё в 1990 году [35] сформулированные им две стадии возникновения языка: асинтаксический прото-язык и основанный на синтаксисе язык современных людей. Нео-бихевиористы, напротив, сопоставляют ряд положений предлагаемой теории с подходами Скиннера и подчёркивают важность учёта поведения, а не только языковых структур [47].

Арбиб [26] выводит несколько свойств, которые должны были возникнуть, чтобы мозг стал готовым (*language-ready*) для появления языка: способность к имитации комбинаций сложных движений; способность ассоциировать определённый символ с классом объектов, действий и событий; способность «соучаствовать», понимая, что слушающий и говорящий разделяют общее знание о ситуации; интенциональность коммуникации (понимание того, что должен быть результат); понимание иерархической структуры объектов и действий и временной организации; возможность вспоминать и предвидеть; долгий период детства с зависимостью от взрослых и жизнь в социуме, обеспечивающие возможности сложного научения. Нужно, однако, добавить, что этого недостаточно и появление фонологической структуры, организованной цифровым образом для базисного кодирования языка, является крупнейшим когнитивным шагом, выходящим за рамки биологической необходимости нечто выразить [98]. И, конечно, есть огромная разница между закрытыми списками врождённых коммуникационных сигналов других биологических видов и использованием открытого и ничем не лимитированного репертуара знаков, организация бесконечного множества которых только и возможна с помощью фонологического кодирования и далее — правил сложного синтаксиса.

Открытие Риззолатти и Арбибом [29, 127, 129, 128] зеркальных нейронов и вообще т. н. зеркальных систем дают совершенно новые подтверждения принципиальной важности имитации и даже самого факта фиксации действий другого в нервной системе для когнитивного развития в фило- и онтогенезе и даже для возникновения языка и рефлексии как основ сознания человека [25, 26]. Зеркальные нейроны были открыты в префронтальной

моторной коре макак, в частности в зоне F5. Было обнаружено, что эти системы картируют внешнюю информацию — действия (не просто движения), совершаемые другим существом, необязательно того же вида, но с понятной системой координат и интерпретируемым поведением, т. е. с относительно разделяемой семиотической системой (семиосферой) [139]. Зеркальные нейроны реагируют только на *определённое* действие (не любое) и вне модальности стимула: когда субъект делает что-то сам, когда видит это действие или слышит о нём. Риззолатти говорит и о *зеркальных системах*, которые есть практически во всех отделах мозга человека, и активируются, в том числе, при *предвидении* действия, при сопереживании эмоций или воспоминании о них и т. д. Гомологичная исследованной на макаках в связи с открытием зеркальных нейронов зона мозга человека — 44 поле по Бродману, частично являющееся зоной Брока и обеспечивающей речь (см. также [95]). Оказалось, что и у человека эта зона отвечает как за сами хватательные движения, так и за наблюдения за ними [28], что показывает, на основе чего развился мозг, готовый для функционирования языка и построения моделей сознания других людей.

Вполне вероятно, что первые гоминиды уже имели некий прото-язык на основе достаточно примитивной системы знаков и вполне возможно — жестовый [33], что и подготовило мозг к организации семиотической системы, оснащённой сложным синтаксисом с его продуктивностью (принципиальной возможностью создавать бесконечное количество новых сообщений на основе единых алгоритмов). Следует иметь в виду, что общие принципы эволюционных процессов могут быть прослежены применительно к таким различным системам как гомеостатические и системы естественного и искусственных языков языковые [12, 112, 33, 34].

Риззолатти и Арбиб рассматривают язык (продукцию и восприятие) как способ соединения когнитивной, семантической и фонологической форм, релевантный как для звукового, так и для жестового языка. Активность зеркальных нейронов в зоне F5 интерпретируется как *часть* кода, которая должна соединиться с нейронной активностью в какой-то другой зоне мозга и завершить тем самым формирование *целого* кода указанием на объект и/или субъект. Эта гипотеза имеет первостепенное значение как для объяснения организации языковых функций, в частности для лингвистической дифференциации субъекта и объекта, так и для научения вообще, так как позволяет связать в оперативной памяти *агенса* (деятель), *пациенса* (объект действия) и *инструмента* (способ или орудие). Чрезвычайно важным является и формирование с помощью этих систем надёжных механизмов самоидентификации, что нарушается при психической патологии

— шизофрении — и также оказываются связанным с функционированием зеркальных систем [28].

Таким образом, впервые показано, как происходит формирование ментальных репрезентаций и механизм, посредством которого это оказывается возможным. По всей видимости, существует некий «словарь» действий как таковых, независимо от того, чем (рукой, ногой, ртом...) и кем они совершаются, сопоставимых с концептами-примитивами, (хватание, доставание, кусание и т. д.), и именно на это реагируют зеркальные системы.

Способность высших (в отличие от низших) обезьян к имитации общеизвестна. Естественно в свете вышесказанного, что такая способность была залогом развития новых моторных и когнитивных возможностей за счёт обучения через мимезис [72], механизмы чего после открытия Риззолатти объяснены нейрофизиологически, и это имеет первостепенное значение для исследований происхождения языка и сознания.

Человеческий язык — не просто одна из высших психических функций, а совершенно особая, видоспецифичная вычислительная способность мозга, не только дающая возможность строить и организовывать чрезвычайно сложные коммуникационные сигналы, но обеспечивать мышление — формирование концептов и гипотез о характере, структуре и законах мира, способность, обеспечивающая функционирование знаковой системы высокого ранга и символическое поведение.

Языковая способность (*language competence*) — система базисных универсальных правил, врождённое (как это считает Хомский [55]), свойство человеческого мозга, представляющее собой основу речевой деятельности человека (*language performance*). Можно говорить о «модулях», составляющих язык: это — *лексикон*, представляющий собой сложно и по разным принципам организованные списки лексем, словоформ и т. д.; *вычислительные процедуры*, обеспечивающие грамматику (морфологию, синтаксис, семантику и фонологию) и механизмы членения речевого континуума, поступающего извне; и *прагматическая система*. Эти модули взаимодействуют.

Сторонники классического модулярного подхода считают, что правила Универсальной Грамматики, по которым построены все человеческие языки, описывают организацию языковых процедур как: (1) символические универсальные правила, действующие в режиме реального времени и базирующиеся на врожденных механизмах, запускаемых в оперативной памяти, и (2) лексические и другие гештальтно представленные единицы, извлекаемые из долговременной ассоциативной памяти [120, 123, 99, 38, 137].

Сторонники противоположного взгляда считают, что все процессы основываются на работе ассоциативной памяти, и мы имеем дело с постоянной сложной перестройкой

всей нейронной сети, также происходящей по правилам, но иным, и гораздо более трудно формализуемым [132, 121]. Возможны и не совпадающие ни с одним из этих подходов гипотезы [87, 17, 18, 19, 52]. Языковые процессы пытаются картировать и, по возможности, локализовать в нейролингвистических исследованиях, проверяющих непротиворечивость подтверждения гипотез (см., например, [5, 10, 11, 42, 14, 69]).

Механизмы, обеспечивающие язык и другие высшие функции, рассматриваются на протяжении всей истории изучения то в рамках локалиционистской, то — холистической моделей. В настоящее время, несмотря на огромный накопленный за эти годы надежный фактический материал, ситуация мало прояснилась и вышеупомянутые парадигмы продолжают сосуществовать или чередоваться. И всё же, благодаря клиническим данным и функциональному картированию мозга, осуществляемому с помощью различных методов, можно с достаточной степенью уверенности говорить о зонах мозга, обеспечивающих различные аспекты языковой деятельности человека. Например, показано, что существительные и глаголы обрабатываются разными отделами мозга, и вообще разные грамматические категории имеют разные нейрональные представления [133]. Нужно однако заметить, что эти данные очень неоднозначны и требуют обсуждения в специальной работе: на обработку синтаксиса и морфологии влияет много факторов — от модальности предъявления и типа задания до роли семантики и более широкого контекста: например, Фредеричи с соавторами [80], показали, что в синтаксические процедуры вовлекаются билатеральные механизмы передне-височные отделы коры и зона Вернике. Изучение восприятия эмоциональной просодики при помощи ПЭТ и фМРТ выявило вовлечение в этот процесс правой префронтальной и правой нижней фронтальной коры [96, 41], распределение функций между полушариями в зависимости от типа просодики [21, 94]

П. К. Анохин (опубликовано в 1978г) [1] и Д. Хебб [93] предложили модели, примиряющие локалиционистский и холистический взгляды на мозговое обеспечение высших когнитивных функций, хорошо подходящие для описания распределённости по мозгу языковых процедур: клеточные ансамбли вполне определенной топографии могут организовываться в нейробиологические объединения для формирования когнитивных единиц типа слов или гештальтов иного рода, например зрительных образов. Такой взгляд кардинально отличается от локалиционистского подхода, так как подразумевает, что нейроны из разных областей коры могут быть одновременно объединены в единый функциональный блок. Он отличается и от холистического подхода, так как отрицает распределение всех функций по всему мозгу, но подчеркивает принципиальную динамичность механизма, постоянную переорганизацию всего паттерна в зависимости от

когнитивной задачи. Это значит, что мы имеем дело с тонко настраивающимся оркестром, местоположение дирижера которого неизвестно и нестабильно, а возможно и не заполнено вообще, так как оркестр самоорганизуется с учетом множества факторов [¹²⁵, ¹²⁶] и настраивается на доминанту [¹⁵].

Об этом косвенно говорят и данные о распределении энграмм в памяти: один и тот же когнитивный объект оказывается компонентом сразу нескольких ассоциативных множеств — и по оси сенсорных модальностей, и по осям разного рода парадигматических и синтагматических связей. Речь идёт также о волне возбуждения, циркулирующей и реверберирующей по разным петлям нейронного ансамбля, которая в нейрофизиологических терминах может быть описана как пространственно-временной паттерн активности, охватывающий многие нейроны, и не только неокортекса. Необходимо заметить, что и сами функционально возникающие и когнитивно обусловленные ансамбли имеют иерархическую организацию, т. е. могут быть подмножествами других. Допущение такой организации необходимо, в частности для объяснения структуры соответствующих семантических репрезентаций, в частности языковых.

Человек обладает такой важной чертой как способность к аналогии, поиску сходства, а значит к объединению индивидуальных черт и феноменов в классы, что даёт возможность построения гипотез об устройстве мира. На этом пути чрезвычайную роль играют т. н. концепты-примитивы, которые по мнению целого ряда крупных представителей когнитивной науки, являются врождёнными и проявляющимися у детей очень рано, а не приобретёнными в результате раннего научения. Роль языка — не только в назывании, «констатации» объектов или явлений, но и в исполнении неких интенций, влиянии, в том что принято называть иллокуторной силой и что выражается перформативами. Перформативы должны как минимум в глубинной синтаксической структуре иметь субъект первого лица и прямое или косвенное дополнение (объект действия), они должны быть утвердительными, иметь основной глагол в форме настоящего времени и включать в себя глаголы утверждения, просьбы, говорения, приказа, объявления и т. д.

Базисные врождённые концепты-примитивы сводятся, насколько сейчас известно, к списку примерно из 30 единиц: связанные с пространством и движением в нём — начало «пути», конец «пути»; внутрь «контейнера», из «контейнера»; на поверхность, с поверхности; вверх, вниз; соединение; контакт; ритмическое/прерывистое движение, прямое движение; живые объекты, начинающие двигаться без внешних воздействий (связей и контактов) и ритмично; неодушевлённые объекты, для движения которых

нужны внешние воздействия и т. д. Считается, что концепты организованы иерархически и, следовательно, представляют собой систему. Эта система генетически заложена в мозгу человека, где есть также механизм генератора новых концептов, обеспечивающий возможность формулирования гипотез. [79].

Говоря об антропогенезе и развитии высших когнитивных функций и языка, нельзя обойти дискуссию, уже не первый год публикующуюся в био-психологической, нейролингвистической и медицинской литературе — поиски так называемого «языкового гена», или «гена грамматики» [113, 83, 86].

Исследования двух семей с языковыми нарушениями, отмеченными в разных поколениях, дали основания считать, что аномалии локализуются в определённом участке 7 хромосомы, содержащем около 70 генов. Зона поиска постепенно сужалась и в итоге привела к идентификации гена *FOXP2*, входящего в группу *FOX*, контролирующей активность других генов, продуцирующих белок, связывающий ДНК [77, 83, 116, 23].

Несмотря на чрезвычайный резонанс, вызванный публикацией этих данных, нужно подчеркнуть, что делать вывод об открытии «языкового гена» явно преждевременно: нарушения языковых процедур, ассоциирующиеся с этой аномалией, ещё не есть доказательство кодирования такой сложнейшей функции именно этим геном (как и вообще одним геном), тем более, что он был идентифицирован и у других биологических видов. Нельзя не вспомнить, что гены *FOX* известны как ключевые регуляторы эмбриогенеза, и их мутации приводят к видоспецифическим заболеваниям человека; аномалия *FOXP2* влечёт за собой нарушение развития в критический период, не позволяя адекватно сформироваться структурам, которые должны будут впоследствии обеспечивать усвоение языка. Нужно подчеркнуть, что идентификация *FOXP2* — не более, чем первый шаг к декодированию системы максимальной сложности.

Т. Дикон [67] высказывает точку зрения, согласно которой — язык «оккупировал» мозг и адаптировался к нему в гораздо большей мере, нежели мозг эволюционировал в сторону языка. Мозг и язык ко-эволюционируют, но главную адаптационную работу, по Дикону, делает язык. Дети, таким образом, уже рождаются с мозгом, готовым к синтаксическим процедурам именно из-за развития языка в сторону наиболее вероятностных характеристик, что и фиксируется генетически. Мозг необходим для мышления, но недостаточен, нужен опыт. Нерофизиологический субстрат, необходимый для интеллектуальной деятельности, развивается: роль коры у новорожденных детей крайне мала. Общеизвестно, что общая масса мозга менее важна, чем его внутренняя организация и богатство связей. Долгое созревание мозга и позднее начало нейрогенеза обеспечивает большой объём и сложность структуры [68, 34]; чем позднее рождаются

нейроны, тем дальше они мигрируют, тем более высокое иерархически положение они занимают и тем большей сложности формируются связи [¹⁰⁸], что является основой для высших функций, тем более языка.

Потенциальная возможность говорить зависит от генетических факторов, а реальная речевая продукция — от опыта. Важнейшими характеристиками человеческого языка являются его продуктивность (возможность создания и понимания абсолютно новых сообщений) и иерархическая, и даже «цифровая», структура, т. е. наличие уровней — фонологического, морфологического, синтаксического и уровня дискурса. Такая структурная специфичность общепризнана как уникальная особенность данной системы. Поэтому поиски как правил, описывающих собственно лингвистические феномены, так и генетических основ языковой компетенции базируются прежде всего на анализе этих характеристик.

Согласно одному из взглядов эволюция сделала рывок, приведший к обретению мозгом способности к вычислению, использованию рекурсивных правил и ментальных репрезентаций, создав тем самым основу для мышления и языка в человеческом смысле. Новая «грамматическая машина», как это называет Джэкендофф [⁹⁷], позволила усложнять и наращивать языковые структуры для организации (мышление) и передачи (коммуникация) все усложняющихся концептов.

Было неоднократно показано, что ни у горилл [^{24, 44}], ни у шимпанзе [^{76, 107}], не обнаружена доминантность конечностей, что, несмотря на неоднозначность трактовок, всё же является одним из главных показателей мозговой латерализации. Известно также, что абсолютное большинство людей — праворуки и более того, имеют обеспечиваемый преимущественно левым полушарием мозга латеральный профиль, и только 6–12% населения в зависимости от критерия оценки и даже от разброса по разным регионам — левши; показаны также гендерные различия — мужчин-левшей больше [^{109, 114, 7, 13, 134, 57, 20}]

Вопрос о роли церебральной асимметрии в развитии человека ставился многократно и в разных аспектах — влияние генетических факторов и среды (например, типа обучения или культуры), половой диморфизм, разная скорость созревания гемисферных структур, разная скорость протекания нервных процессов (что могло, например, повлиять на особую роль левого полушария в анализе требующих большой скорости обработки фонематических процедур со всеми вытекающими из этого для языковой доминантности последствиями) (См. обзоры: [^{3, 4, 2, 39, 49, 50, 51, 53}]).

В 1997 году из печати выходит статья Т. Кроу [⁵⁹], где впервые ставится вопрос о том, что язык и психоз имеют общие эволюционные истоки — генетические изменения или даже генетическое «событие», отделившее *Homo sapiens* от предшествующих

биологических видов. Это связывается им с изменениями половых хромосом, произошедшими на территории Восточной Африки в период от 100 до 250 тысяч лет назад и вызвавшими асимметричный сдвиг в развитии полушарий, особенно в ассоциативной коре, так что левое полушарие стало регулировать наиболее сложные и одновременно ключевые компоненты языка — анализ и синтез фонологических цепочек, морфологию и синтаксис, в то время как к правому полушарию отошла функция регулирования процессов смыслообразования и прагматические аспекты речи.

Идея Кроу сводится к тому, что критические генетические изменения, позволившие полушариям развиваться в известной степени независимо, являются одновременно и теми, которые вызывают психоз, т. е. имеют общие корни [59, 60, 61]. Действительно, нарушение полушарного баланса при шизофрении является установленным фактом [8, 101, 23, 102, 42, 21], однако есть ли основания для такой жёсткой постановки вопроса о едином источнике языка и психоза? Последние психолингвистические исследования языка шизофрении в эволюционном контексте дискуссий вокруг общей генетической истории свидетельствуют о том, что мнения по этому вопросу неоднозначны [131, 66, 115, 65, 61, 58, 56].

Наиболее резким оппонентом Кроу является К. Бёрнс с эволюционной теорией шизофрении (<http://www.bbsonline.org/Preprints/Burns/Referees/Burns.pdf>) и связей её с языком и происхождением человека. Шизорения является заболеванием многофакторной, но главным образом генетической этиологии, и есть мнение, что не затронутые этой болезнью родственники имеют эволюционные преимущества за счёт повышенной креативности, что, по его мнению, человечество вынуждено компенсировать наличием психозов в популяции. Бёрнс предлагает альтернативную Т. Кроу теорию, утверждая, что шизофрения является платой за эволюцию метакогнитивных способностей и социального мозга, а не языка.

Палеоантропологические и приматологические данные свидетельствуют, что у гоминид развились сложные кортикальные связи, особенно в лобно-височных областях, обеспечившие регуляцию социального поведения и интеллектуальные потребности, обусловленные социумом, что привело к уязвимости мозга для генетических или иных нарушений: такова плата за сложную организацию нейронной сети. Согласно этой теории, «генетические события», произошедшие с *Homo sapiens* до выхода из Африки дали толчок к появлению спектра развития психики: гомозиготная форма давала шизофренический фенотип, а гетерозиготная — шизотипический тип личности с нетривиальными когнитивными способностями высокого уровня, что делало таких индивидуумов

относительно адаптированными и, более того, вносящими серьёзный вклад в культурную и научную историю человечества.

Однако, возможен сценарий, по которому гены, ответственные за шизофрению, существовали и до появления *Homo sapiens* и были вполне нейтральны или даже адаптивны; с развитием новых мозговых структур и связей, обеспечивающих новые сложные функции, эти гены могли измениться за счёт мутации или через иную экспрессию или за счёт интеграции, и с тех пор отвечать за развитие шизофренических нарушений.

Остаётся неясным, к чему приводят генетические изменения, вызывающие шизофрению: к нарушению нейрогенеза, миграции нейронов, арборизации, синаптогенеза или апоптоза. Скорее всего, все эти процессы нарушены, т. к. шизофрения — аномалия развития нервной системы. Возможно, это вызывает не столько патологию языка, сколько патологию *социального мозга*, функции которого включают в себя не только адаптивное социальное поведение, но и такие более конкретные свойства как понимание выражения лица, восприятие и продукцию эмоций, в том числе контроль над собственным настроением и способность оценивать и учитывать представления и точки зрения других людей, метарепрезентацию, *theory of mind* — термин, предложенный для описания возможностей шимпанзе [124], и ставший в последние годы чрезвычайно широко применяемым для исследования этой способности высших приматов, у маленьких детей и психически больных, в том числе в кросс-культурном аспекте [135].

Функциональное картирование показало, что при выполнении заданий, связанных с этой способностью, активированными оказываются левая медиальная префронтальная кора, орбито-фронтальная кора и левая височная кора [31, 84, 78, 100, 138]. Медиальная префронтальная кора (и особенно передняя часть поясной извилины) указываются наиболее часто [82, 45, 46, 40, 90]; из других структур называют также поясную борозду, заднюю часть поясной извилины, височно-теменную область и префронтальную кору [78, 82, 106].

В качестве нейрональной основы аутизма, при котором также грубо нарушены социальные навыки, были описаны амигдала или миндалевидное тело, орбито-фронтальная кора и верхняя височная борозда, которые обеспечивают адекватное поведение и способность к метарепрезентации и оказываются нарушенными при связанной с этим патологии [32, 30]. Искажение мышления при аутизме, возможно, вызывается дисфункцией медиальных префронтально-париетальных нейрональных систем, выражающейся в невозможности эффективно модулировать нейронные связи в экстрастриарной зрительной коре и височных долях [81].

Доказано также, что амигдала и орбито-фронтальный кортекс играют жизненно важную адаптивную роль в обеспечении поведения за счёт правильной интерпретации эмоций и социальной ситуации и вовлечения эмоциональных компонентов в процесс научения [75, 22, 92]. Данные, полученные на грызунах, свидетельствуют о том, что окситоцин и вазопресин — два главных пептида, задействованных в таких процессах, осуществляют свои функции через амигдалу и некоторые части стриатума, стало быть, это — очень древняя функция [140]. У людей повреждение орбито-фронтального кортекса приводит к нарушениям, встречающимся и при шизофрении — амбивалентности, импульсивности, отсутствию интереса к действиям других людей и возможности учёта этого в выстраивании собственных поступков, стереотипному и неадекватному поведению; всё это может протекать на фоне интактных интеллектуальных возможностей другого рода, в том числе и высокого уровня [62, 75]. Неудивительно, что исследования функций мозга у больных шизофренией методом функционального картирования показало значительное снижение активности амигдалы слева и гиппокампа билатерально [89].

Все эти факты дают основания согласиться с тем, что нарушения, приведшие к шизофрении, связаны с гораздо более древними структурами и механизмами, чем те, которые ассоциируются с возникновением языка: скорее, это — слом обеспечения социальных функций. Это не снимает очень сложного вопроса о соотношении языковой способности с одной стороны и развития сознания — с другой, механизмов формирования концептов и гипотез, рефлексии и адекватном поведении в сложно организованном и быстро меняющемся социуме. Всё это — главные характеристики нашего биологического вида, являющиеся высшим достижением эволюции, независимо от цены, которую мы за это заплатили.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 03-06-80068 и № 03-06 00206) и РГНФ (грант № 04-04-00083а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] *Анохин П. К.* Избранные труды: Философские аспекты теории функциональной системы. М. Наука. 1978.
- [2] *Аршавский В. В.* Различия, которые нас объединяют (Этюды о популяционных механизмах межполушарной асимметрии). Рига. 2001.
- [3] *Балонов Л. Я., Деглин В. Л.* Слух и речь доминантного и недоминантного полушарий. Л. Наука. 1976.

- [4] *Балонов Л. Я., Деглин В. Л., Черниговская Т. В.* Функциональная асимметрия мозга в организации речевой деятельности. Сенсорные системы. Сенсорные процессы в асимметрии полушарий. Отв. ред Гершуни Г. В. Л. Наука. 99—114. 1985.
- [5] *Бехтерева Н. П.* О мозге человека. СПб. Нотабене. 1999.
- [6] *Бунак В. В.* Род Ното, его возникновение и последующая эволюция. М. Наука. 1980.
- [7] Доброхотова Т. А., Брагина Н. Н. Левши. М. Книга. 1994.
- [8] *Кауфман Д. А.* Экспериментальное изучение особенностей функциональной специализации полушарий мозга при шизофрении. Физиология человека. 5 (6) : 1007—1019. 1979.
- [9] *Козинцев А. Г.* Происхождение языка: новые факты и теории. Теоретические проблемы языкознания. К 140-летию кафедры общего языкознания Санкт-Петербургского государственного университета. СПб. СПбГУ. 35—50. 2004.
- [10] *Медведев С. В., Бехтерева Н. П., Воробьев В. А., Пахомов С. В., Рудас М. С.* Исследование обработки мозгом человека различных характеристик зрительно предъявляемых слов методом позитронно-эмиссионной томографии. Сообщение 2: Мозговая система обеспечения чтения слов. Физиология человека. 22 (3) : 5—10. 1996.
- [11] *Медведев С. В., Бехтерева Н. П., Воробьев В. А., Пахомов С. В., Рудас М. С.* Исследование обработки мозгом человека различных характеристик зрительно предъявляемых слов методом позитронно-эмиссионной томографии. Сообщение 3: Мозговая система обработки грамматического рода слов. Физиология человека. 22 (4) : 5—11. 1996.
- [12] *Наточин Ю. В., Менишуткин В. В., Черниговская Т. В.* Общие черты эволюции в гомеостатических и информационных системах. Журн. эволюционной биохимии и физиологии. 28 (5) : 623—637. 1992.
- [13] *Нейропсихология и психофизиология индивидуальных различий.* Ред Хомская Е. Д., Москвина В. А. Москва, Оренбург. 2000.
- [14] *Стрельников К. Н., Воробьев В. А., Рудас М. С., Черниговская Т. В., Медведев С. В.* ПЭТ-исследование мозгового обеспечения восприятия фраз с синтагматическим членением. Физиология человека. 30 (2) : 30—37. 2004.
- [15] *Ухтомский А. А.* Доминанта. СПб., 2002.
- [16] *Хуснутдинова Э. К.* Этногеномика и генетическая история народов Восточной Европы. Вестник Российской Академии наук. 73 (7) : 614—621. 2003.
- [17] *Черниговская Т. В.* Ното Loquens: эволюция церебральных функций и языка. Журн. эволюционной биохимии и физиологии. 40 (5) : 400—406. 2004.

- [18] Черниговская Т. В. Мозг и язык: полтора века исследований. В: Теоретические проблемы языкознания. К 140-летию кафедры общего языкознания Санкт-Петербургского государственного университета. СПб. СПбГУ. 16—35. 2004.
- [19] Черниговская Т. В. Язык, мышление, мозг: основные проблемы нейролингвистики. Труды отделения историко-филологических наук РАН. М. 2 : 40—50. 2004.
- [20] Черниговская Т. В., Гаврилова Т. А., Воинов А. В., Стрельников К. Н. Сенсо-моторный латеральный профиль: тестирование и интерпретация. Физиология человека. 31 (2) : 35—44. 2005.
- [21] Черниговская Т. В., Давтян С. Э., Петрова Н. Н., Стрельников К. Н. Специфика полушарной асимметрии восприятия интонаций в норме и при шизофрении. Физиология человека. 30 (4) : 32—39. 2004.
- [22] Amaral D. G. The primate amygdala and the neurobiology of social behavior: implications for understanding social anxiety. *Biological Psychiatry*. 51 : 11—17. 2002.
- [23] Andrew S. Communicating a New Gene Vital for Speech and Language. *Clinical Genetics*. 61 : 97—100. 2002.
- [24] Annett M., Annett J. Handedness for eating in gorillas. *Cortex*. 27 : 269—275. 1991.
- [25] Arbib M. A. Co-evolution of human consciousness and language. *Cajal and consciousness: Scientific approaches to consciousness on the centennial of Ramon y Cajal's Textura*. Ed. Marijuan P. C. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 929 : 195—220. 2001.
- [26] Arbib M. A. The mirror system, imitation, and the evolution of language. *Imitation in animals and artifacts*. Eds Nahani C., Dautenhahn K. Cambridge (MA). The MIT press. 229—280. 2002.
- [27] Arbib M. A. Protosign and protospeech: An expanding spiral. *Behavioral and Brain Sciences*. 26 (2) : 209—210. 2003.
- [28] Arbib M. A., Mundhenk T. N. Schizophrenia and the mirror system: and essay. *Neuropsychologia*. 43 : 268—280. 2005.
- [29] Arbib M. A., Rizzolatti G. Neural expectations: A possible evolutionary path from manual skills to language. *Communication and Cognition*. 29 : 393—424. 1997.
- [30] Baron-Cohen S. *Mindblindness: An Essay on Autism and Theory of Mind*. Cambridge (MA). The MIT Press. 1995.
- [31] Baron-Cohen S., Ring H., Moriarty J., Schmitz B., Costa D., Ell P. Recognition of mental state terms. Clinical findings in children with autism and a functional neuroimaging study of normal adults. *British J. of Psychiatry*. 165 : 640—649. 1994.
- [32] Baron-Cohen S., Ring H.A., Bullmore E.T., Wheelwright S., Ashwin C., Williams S. C. The amygdala theory of autism. *Neuroscience and Biobehavioral Rev*. 24 : 355—364. 2000.

- [33] *Becoming Loquens*. (ser. Bochum Publications in Evolutionary Cultural Semiotics). Eds Bichakjian B., Chernigovskaya T., Kendon A., Moeller A. Frankfurt am Main, Berlin, Bern, Bruxelles, New York, Oxford, Wien. Peter Lang. 1. 2000.
- [34] *Bichakjian B. H.* Language in a Darwinian Perspective. Frankfurt am Mein, 2002.
- [35] *Bickerton D.* Language and Species. Chicago. University of Chicago Press. 1990.
- [36] *Bickerton, D.* Foraging Versus Social Intelligence in the Evolution of Protolanguage. The Transition to Language. Ed Alison Wray. Oxford. Oxford University Press. 2002.
- [37] *Bickerton, D.* Symbol and structure: a comprehensive framework for language evolution. Language Evolution: The States of the Art. Eds Christiansen M. H., Kirby S. Oxford. Oxford University Press. 2003.
- [38] *Bloom P.* How Children Learn the Meanings of Words. Cambridge, 2002.
- [39] Brain Asymmetry. Eds Davidson R., Hugdahl K. Cambridge (MA). The MIT Press. 1995.
- [40] *Brunet M., Guy F., Pilbeam D. et al.* A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa. *Nature*. 418 : 145—151. 2002.
- [41] *Buchanan T. W., Lutz K., Mirzazade S., Specht K., Shah N. J., Zilles K., Jancke L.* Recognition of emotional prosody and verbal components of spoken language: an fMRI study. *Cognitive Brain Res.* 9 : 227—238. 2000.
- [42] *Burns J. K., Job D. E., Bastin M. E., Whalley H. C., McGillivray T., Johnstone E. C., Lawrie S. M.* Structural dysconnectivity in schizophrenia: a diffusion tensor MRI study. *British J. of Psychiatry*. 182 : 439—443. 2003.
- [43] *Byrne R.W.* Social and technical forms of primate intelligence. *Tree of Origin: What Primate Behavior Can Tell us about Human Social Evolution*. Ed De Waal F.B.M. Harvard University Press. 145—172. 2001.
- [44] *Byrne R. W., Byrne J. M.* Hand preference in the skilled gathering tasks of mountain gorillas (*Gorilla g.berengei*). *Cortex*. 27 : 521—546. 1991.
- [45] *Calder A. J., Lawrence A. D., Keane J., Scott S. K., Owen A. M., Christoffels I., Young A.W.* Reading the mind from eye gaze. *Neuropsychologia*. 40 : 1129—1138. 2002.
- [46] *Castelli F., Happé F., Frith U., Frith C.* Movement and mind: a functional imaging study of perception and interpretation of complex intentional movement patterns. *Neuroimage*. 12 : 314—325. 2000.
- [47] *Catania Ch. A.* Learning. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 2003.
- [48] *Cavalli-Sforza L. L.* Genes, Peoples, and Languages. New York. North Point Press. 2000.
- [49] *Chernigovskaya T.* Cerebral Lateralization for Cognitive and Linguistic Abilities: Neuropsychological and Cultural Aspects. *Studies in Language Origins*. Eds Wind J., Jonker A. Amsterdam, Philadelphia. John Benjamins Publishing Company. III : 56—76. 1994.

- [50] *Chernigovskaya T. V.* Cerebral Asymmetry — a Neuropsychological Parallel to Semigenesis. Language in the Wurm Glaciation: Acta Colloquii. Ed Figge U. (Ser. Bochum Publications in Evolutionary Cultural Semiotics. Ed Koch W.). 27 : 53—75. 1996.
- [51] *Chernigovskaya T.* Neurosemiotic Approach to Cognitive Functions. Semiotica: J. of the International Association for Semiotic Studies. 127 (1/4) : 227—237. 1999.
- [52] *Chernigovskaya T.* Any Words in the Brain's Language? Does Mind Really Work That Way? XXVII Annual Conference of the Cognitive Society. Stresa. Italy. 430—434. 2005.6
- [53] *Chernigovskaya T., Gor K.* The Complexity of Paradigm and Input Frequencies in Native and Second Language Verbal Processing: Evidence from Russian. Language and Language Behavior. Eds Wande E., Chernigovskaya T. 20—37. 2000.
- [54] *Chernigovskaya T., Natochin Yu., Menshutkin V.* Principles of Evolution of Natural and Computer Languages and Physiological Systems. Becoming Loquens (ser. Bochum Publications in Evolutionary Cultural Semiotics). Eds Bichakjian B., Chernigovskaya T., Kendon A., Moeller A. Frankfurt am Main, Berlin, Bern, Bruxelles, New York, Oxford, Wien. Peter Lang. 1 : 211—236. 2000.
- [55] *Chomsky N.* New Horizons in the Study of Language and Mind. Cambridge. Cambridge University Press. 2002.
- [56] *Condray R.* Language disorder in schizoprenis as a developmental learning disorder. Schizophrenia Res. 72 : 5—20. 2005.
- [57] *Corballis, M. C.* From mouth to hand: Gesture, speech, and the evolution of right-handedness. Behavioral and Brain Sciences. 26 (2) : 199—208. 2003.
- [58] *Covington M. A., Congzhou H., Brown C., Naci L., McClain J. T., Fjordbak B. S., Semple J., Brown J.* Schizophrenia and the structure of language: The lingusit's view. Schizophrenia Res. 77 : 85—98. 2005.
- [59] *Crow T. J.* Is schizophrenia the price that Homo Sapiens pays for language? Schizophrenia Res. 28 : 127—141. 1997.
- [60] *Crow T. J.* Schizophrenia as the Price that Homo Sapiens Pays for Language: a Resolution of the Central Paradox in the Origin of the Species. Brain Res. Rev. 31 : 118—129. 2000.
- [61] *Crow T. J.* Auditory hallucinations as primary disorders of syntax: An evolutionary theory of the origins of language. Cognitive neuropsychology. 9 (1/2) : 125—145. 2004.
- [62] *Damasio A. R.* Descartes' Error: Emotion, Reason and the Human Brain. New York. Grosset/Putnam. 1994.
- [63] *Darwin C.* On the Origin of Species by Means of Natural Selection. London. John Murray. 1859.

- [64] *Darwin C.* The Descent of Man and Selection in Relation to Sex. London. John Murray. 1871.
- [65] *Davtian S., Chernigovskaya T.* Psychiatry in free fall: In pursuit of a semiotic foothold. *Sign Systems Studies.* 31 (2) : 533—545. 2003.
- [66] *de Lisi L.E.* Speech disorder in schizophrenia: review of the literature and exploration of its relation to the uniquely human capacity for language. *Schizophrenia Bulletin.* 27 : 481—496. 2001.
- [67] *Deacon T. W.* The Symbolic Species: The Co-Evolution of Language and the Brain. New York. Norton. 1997.
- [68] *Deacon T. W.* Heterochrony in brain evolution: cellular versus morphological analyses. *Biology, Brains and Behavior.* Eds Taylor Parker S., Langer J., McKinney M. L. Santa Fe. SAR Press. 41—88. 2000.
- [69] *Démonet J. F., Thierry G., Cardebat D.* Renewal of the neurophysiology of language: functional neuroimaging. *Physiological Rev.* 85 : 49—95. 2005.
- [70] *Donald M.* Origins of the modern mind. Three stages in the evolution of culture and cognition. Cambridge (MA), London. Harvard University Press. 1991.
- [71] *Donald M.* *Precis of Origins of the modern mind: Three stages in the evolution of culture and cognition.* *Behavioral and Brain Sciences.* 16 (4) : 737—791. 1997.
- [72] *Donald M.* Mimesis and the executive suite: Missing links in language evolution. *Approaches to the Evolution of Language: Social and Cognitive Bases.* Eds Hurford J. R., Studdert-Kennedy M., Knight C. Cambridge. Cambridge University Press. 44—67. 1998.
- [73] *Evans P. D., Gilbert S. L., Mekel-Bobrov N., Vallender E. J., Anderson J. R., Vaez-Azizi L. M., Tishkoff S. A., Hudson R. R., Lahn B. T.* Microcephalin, a gene regulating brain size, continues to evolve adaptively in humans. *Science.* 309 (5741) : 1717—1720. 2005.
- [74] *Falk D.* Prelinguistic evolution in early hominins: Whence motherese? *Behavioral and Brain Sciences.* 27 (4) : 491—503. 2004.
- [75] *Farrow T. F., Zheng Y., Wilkinson I. D., Spence S. A., Deakin J. F., Tarrier N., Griffiths P. D., Woodruff P. W.* Investigating the functional anatomy of empathy and forgiveness. *Neuroreport.* 12 : 2433—2438. 2001.
- [76] *Finch G.* Chimpanzee handedness. *Science.* 94 : 117—118. 1941.
- [77] *Fisher S. E., Vargha-Khadem F., Watkins K. E., Monaco A. P., Pembey M. E.* Localisation of a Gene Implicated in a Severe Speech and Language Disorder. *Nature Genetics.* 18 : 168—170. 1998.

- [78] *Fletcher P. C., Happé F., Frith U., Baker S. C., Dolan R. J., Frackowiak R. S., Frith C. D.* Other minds in the brain: a functional imaging study of "theory of mind" in story comprehension. *Cognition*. 57 : 109—128. 1995.
- [79] *Fodor J.* The Mind Doesn't Work That Way: The Scope and Limits of Computational Psychology. Cambridge. The MIT Press. 2001.
- [80] *Friederici A. D., Meyer M., von Cramon D. Y.* Auditory Language Comprehension: An Event-Related fMRI Study on the Processing of Syntactic and Lexical Information. *Brain and Language*. 74 (2) : 289—300. 2000.
- [81] *Frith C. D.* Attention to action and awareness of others minds. *Consciousness and Cognition*. 11 : 481—487. 2002.
- [82] *Gallagher H. L., Happé F., Brunswick N., Fletcher P. C., Frith U., Frith C. D.* Reading the mind in cartoons and stories: an fMRI study of 'theory of mind' in verbal and nonverbal tasks. *Neuropsychologia*. 38 : 11—21. 2000.
- [83] *Ganger J., Stromswold K.* Innateness, Evolution, and Genetics of Language. *Human Biology*. 70 : 199—213. 1998.
- [84] *Goel V., Grafman J., Sadato N., Hallett M.* Modeling other minds. *Neuroreport*. 6 : 1741—1746. 1995.
- [85] *Goodman M., Czelusniak J., Page S., Meiereles C.* Where DNA sequences place Homo sapiens in a phylogenetic classification of primates. *Humanity from African Naissance to Coming Millennia*. Eds Tobias P. V., Rath M. A., Moggi-Cecchi J., Doyle G. A. Firenze. 2001.
- [86] *Gopnik M.* Some Evidence for Impaired Grammars. *Language, Logic, and Concepts*. Eds Jackendoff R., Bloom P., Wynn K. Cambridge. The MIT Press. 263—283. 1999.
- [87] *Gor K., Chernigovskaya T.* Rules in the Processing of Russian Verbal Morphology. *Current Issues in Formal Slavic Linguistics*. Eds Zybatow G., Junghanns U., Mehlhorn G., Szucsich L. Frankfurt am Main etc. Lang. 528—536. 2001.
- [88] *Gould S. J.* The Panda's Thumb. Penguin. 1980.
- [89] *Gur R. E., McGrath C., Chan R. M., Schroeder L., Turner T., Turetsky B. I., Kohler, C., Alsop D., Maldjian J., Ragland J. D., Gur R. C.* An fMRI study of facial emotion processing in patients with schizophrenia. *Am. J. of Psychiatry*. 159 : 1992—1999. 2002.
- [90] *Gusnard D. A., Akbudak E., Shulman G. L., Raichle M. E.* Medial prefrontal cortex and self-referential mental activity: relation to a default mode of brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.* 98 : 4259—4264. 2001.
- [91] *Hauser M. D., Chomsky N., Fitch W. T.* The Faculty of Language: What is it, Who has it, and How Did It Evolve? *Science*. 298 : 1569—1579. 2002.

- [92] *Haxby J. V., Hoffman E. A., Gobbini M. I.* Human neural systems for face recognition and social communication. *Biological Psychiatry*. 51 : 59—67. 2002.
- [93] *Hebb D. O.* The Organization of Behavior. A Neurophysiological Theory. New York. Wiley. 1949.
- [94] *Hesling I., Clément S., Bordessoules M., Allard M.* Cerebral mechanisms of prosodic integration: evidence from connected speech. *NeuroImage*. 24 : 937—947. 2005.
- [95] *Hopkins W. D., Cantalupo C.* Brodmann's area 44, gestural communication, and the emergence of right handedness in chimpanzees. *Behavioral and Brain Sciences*. 26 (2) : 224—225. 2003.
- [96] *Imaizumi S., Mori K., Kiritani S., Kawashima R., Sugiura M., Fukuda H., Itoh K., Kato T., Nakamura A., Hatano K., Kojima S., Nakamura K.* Vocal identification of speaker and emotion activates different brain regions. *NeuroReport*. 8 : 2809—2812. 1997.
- [97] *Jackendoff R.* Foundations of Language: Brain, Meaning, Grammar, Evolution. Oxford. Oxford University Press. 2002.
- [98] *Jackendoff R.* Précis of Foundations of Language: Brain, Meaning, Grammar, Evolution. *Behavioral and Brain Sciences*. 26 : 651—707. 2003.
- [99] *Jaeger J. J., Lockwood A. H., Kemmerer D. L., Van Valin Jr. R. D., Murphy B. W., Khalak H. G.* A positron emission tomographic study of regular and irregular verb morphology in English. *Language*. 72 : 451—497. 1996.
- [100] *Levine B., Freedman M., Dawson D., Black S., Stuss D. T.* Ventral frontal contribution to self-regulation: convergence of episodic memory and inhibition. *Neurocase*. 5 : 263—275. 1999.
- [101] *Loberg E.-M., Hugdahl K., Green M. F.* Hemispheric Asymmetry in Schizophrenia: A “Dual Deficits” Model. *Biological Psychiatry*. 45 : 76—81. 1999.
- [102] *Loberg E.-M., Jørgensen H. A., Hugdahl K.* Functional Brain Asymmetry and Attentional Modulation in Young and Stabilised Schizophrenic Patients: A Dichotic Listening Study. *Psychiatry Res*. 109 : 281—287. 2002.
- [103] *Longhi E., Karmiloff-Smith A.* In the beginning was the song: The complex multimodal timing of mother-infant musical interaction. *Behavioral and Brain Sciences*. 27 (4) : 516—517. 2004.
- [104] *Loritz D.* How the Brain Evolved Language. Oxford. Oxford University Press. 2002.
- [105] *Marantz A., Miyashita Y., O'Neil W.* Image, Language, Brain. Cambridge. The MIT Press. 2000.
- [106] *McCabe K., Houser D., Ryan L., Smith V., Trouard T.* A functional imaging study of cooperation in two-person reciprocal exchange. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.* 98 : 11832—11835. 2001.

- [107] *McCrew W. C., Marchant L. F.* On the other hand: Current issues in and meta-analysis of the behavioral laterality of hand function in nonhuman primates. *Yearbook of Physical Anthropology*. 40 : 201—232. 1997.
- [108] *McKinney M. L.* Evolving behavioral complexity by extending development. *Biology, Brains and Behavior*. Eds Taylor Parker S., Langer J., McKinney M. L. Santa Fe. SAR Press. 25—40. 2000.
- [109] *McManus I. C.* The inheritance of left-handedness. *Biological Asymmetry and Handedness*. CIBA Foundation Symposium 162. 251—281. 1991.
- [110] *Mekel-Bobrov N., Gilbert S. L., Evans P. D., Vallender E. J., Anderson J. R., Hudson R. R., Tishkoff S. A., Lahn B. T.* Ongoing adaptive evolution of ASPM, a brain size determinant in *Homo sapiens*. *Science*. 309 (5741) : 1720—1722. 2005.
- [111] *Miller R.* Axonal Conduction Times and Human Cerebral Laterality: Psychobiological theory. Harwood. Harwood Academic Press. 1996.
- [112] *Natochin Yu., Chernigovskaya T.* Evolutionary Physiology: History, Principles. *J. of Comparative Biochemistry and Physiology*. 118 (A, 1) : 63—79. 1997.
- [113] *Newmeyer F. J.* Genetic Dysphasia and Linguistic Theory. *J. of Neurolinguistics*. 10 (2/3) : 47—73. 1997.
- [114] *Perelle I. B., Ehrman L.* An international study of human handedness: the data. *Behavior Genetics*. 24 : 217—227. 1994.
- [115] *Phillips W. A., Silverstein S. M.* Convergence of biological and psychological perspectives on cognitive coordination in schizophrenia. *Behavioral and Brain Sciences*. 26 (1) : 65—82. 2003.
- [116] *Pinker S.* Rules of Language. *Science*. 253 : 530—535. 1991.
- [117] *Pinker S.* The Language Instinct: How the Mind Creates Language. New York. Harper. 1994.
- [118] *Pinker S., Jackendoff R.* The faculty of language: what's special about it? *Cognition*. 95 (2) : 201—236. 2005.
- [119] *Pinker S., Bloom P.* Natural Language and Natural Selection. *Behavioral and Brain Sciences*. 13 : 707—784. 1990.
- [120] *Pinker S., Prince A.* On Language and Connectionism: Analysis of a Parallel Distributed Processing Model of Language Acquisition. *Cognition*. 28 : 73—193. 1988.
- [121] *Plunkett K., Marchman V.* From rote learning to system building: Acquiring verb morphology in children and connectionist nets. *Cognition*. 48 : 21—69. 1993.
- [122] *Popper K. C., Eccles J. C.* The Self and Its Brain: an argument for interactionism. Springer International. 28 : 73—193. 1977.

- [123] *Prasada S., Pinker S.* Generalization of regular and irregular morphological patterns. *Language and Cognitive Processes.* 8 : 1—56. 1993.
- [124] *Premack D., Woodruff G.* Does the chimpanzee have a 'theory of mind'? *Behavioral and Brain Sciences.* 4 : 515—526. 1978.
- [125] *Pulvermüller F.* Words in the Brain's Language. *Behavioral and Brain Sciences.* 22 : 253—279. 1999.
- [126] *Pulvermüller F., Mohr B.* The Concept of Transcortical Cell Assemblies: A Key to the Understanding of Cortical Lateralization and Interhemispheric Interaction. *Neuroscience and Biobehavioral Rev.* 20 : 557—566. 1996.
- [127] *Rizzolatti G., Arbib M. A.* Language within our grasp. *Trends in Neurosciences.* 21 : 188—194. 1998.
- [128] *Rizzolatti G., Craighero L.* The Mirror-Neuron System. *Annual Review of Neuroscience.* 27 : 169—192. 2004.
- [129] *Rizzolatti G., Fadiga L., Fogassi L., Gallese V.* From mirror neurons to imitation: Facts and speculations. *The imitative mind Development, Evolution, and Brain Bases.* Eds Meltzoff A., Prinz W. Cambridge. 247—266. 2002.
- [130] *Rosser Z. N., Zerial T., Hurles M. E. et al.* Y-chromosomal diversity in Europe is clinal and influenced primarily by geography, rather than by language. *The Am. J. of Human Genetics.* 67 : 1526—1543. 2000.
- [131] *Rotenberg V. S.* An Integrative Psychophysiological Approach to Brain Hemisphere Functions in Schizophrenia. *Neuroscience and Biobehavioral Rev.* 18 (4): 487. 1994.
- [132] *Rumelhart D. E., McClelland J. L.* On learning the past tenses of English verbs. *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructures of cognition.* Eds McClelland J. L., Rumelhart D. E. Cambridge, MA. 2 : 216—271. 1986.
- [133] *Shapiro K., Caramazza A.* The representation of grammatical categories in the brain. *Trends in Cognitive Sciences.* 7 (5) : 201—206. 2003.
- [134] *Sommer I., Ramsey N., Kahn R., Aleman A., Bouma A.* Handedness, language lateralisation and anatomical asymmetry in schizophrenia: meta-analysis. *British J. of Psychiatry.* 178 : 344—353. 2001.
- [135] *Suddendorf T, Whiten A.* Mental evolution and development: evidence for secondary representation in children, great apes, and other animals. *Psychological Bulletin.* 127 : 629—650. 2001.
- [136] *Thomson R., Pritchard J., Shen P., Oefner P., Feldman W.* Recent common ancestry of human Y-chromosomes: Evidence from DNA sequence data. *Proceedings of National Academy of Sciences.* 97 (13) : 7360—7365. 2000.

- [137] *Ullman M. T.* Contributions of memory circuits to language: the declarative/procedural model. *Cognition*. 92(1–2) : 231—270. 2004.
- [138] *Vogeley K., Bussfeld P., Newen A., Herrmann S., Happé F., Falkai P., Maier W., Shah N.J., Fink G.R., Zilles K.* Mind reading: neural mechanisms of theory of mind and self-perspective. *Neuroimage*. 14 : 170—181. 2001.
- [139] *von Uexküll J.* Theoretische Biologie. Berlin. Springer. 1928.
- [140] *Young L. J.* The neurobiology of social recognition, approach, and avoidance. *Biological Psychiatry*. 51 : 18—26. 2002

Черниговская Татьяна Владимировна

Профессор, доктор биологических наук

Заведующая отделом общего языкознания и лаборатории когнитивных исследований
ИФИ СПбГУ

Зам. зав. кафедрой общего языкознания филологического факультета СПбГУ

Электронная почта: tatiana@TC3839.spb.edu