

СОДЕРЖАНИЕ

4

От автора	9
Введение	10

ГЛЯДЯ НА КОТА...

ЭВОЛЮЦИЯ СИГНАЛОВ И УМЕНИЙ ИЛИ ГРАММАТИЧЕСКИЙ ВЗРЫВ?	21
Мозг человека и породивший его язык (шепот прежде губ...)	23
Что делает нас людьми: почему непременно рекурсивные правила? (Взгляд лингвиста и биолога)	35
Нить Ариадны, или Пирожные «Мадлен»	53
Nature vs. Nurture в усвоении языка	61
Мозг и язык: врожденные модули или обучающаяся сеть?	76
P. S. Сколько лет человеку?	89

ЧТО РАССКАЗАЛ НАМ КОТ... ОБ ЭВОЛЮЦИИ

Общие черты эволюции функций гомеостатических и информационных систем	95
Эволюция функций на клеточном уровне	102
Эволюция функций фонемы	104
Эволюция идентификаторов	105
Эволюция функций нефронов	106

Эволюция функций морфемы	107
Эволюция функций операторов	109
Эволюция функций почки	110
Эволюция функций слова	112
Эволюция процедур	113
Эволюция системы водно-солевого равновесия	114
Эволюция функций предложений	116
Эволюция программ как единого целого	117
Заключение	118
Распознавание человеком разных типов звуковых сигналов, издаваемых обезьянами (<i>Cebus capucinus</i>)	119
Методика	121
Результаты исследования	124
Обсуждение результатов	136
Заключение	137
Изучение восприятия внутри- и межвидовой знаковой информации (обзор и возможные направления сравнительно-физиологических исследований)	139
Зависимость восприятия низкочастотной амплитудной модуляции от возраста и тренировки у человека	145
Об избирательной чувствительности слуха человека к амплитудной модуляции речи	149
P. S. Возможны ли универсалии в эволюционном процессе? (Сходство принципов функциональной эволюции: физиологические системы и язык)	158

...О ЯЗЫКЕ

Чтение в контексте когнитивного знания	161
Дети со специфическими языковыми расстройствами	167
Ментальный лексикон при распаде языковой системы у больных с афазией: экспериментальное исследование глагольной морфологии	175
Введение	175
1. История вопроса	177

2. Экспериментальное исследование.	181
Заключение	194
Формирование глагольной парадигмы в русском языке: правила, вероятности, аналогии как основа организации ментального лексикона	196
Теоретические предпосылки	196
Экспериментальная методика и испытуемые	203
Результаты эксперимента	205
Некоторые факты взаимосвязи процессов усвоения и утраты языка: экспериментальное исследование анафорических отношений местоимений в русском языке	213
Введение	213
1. Теоретические основания	214
2. Эксперимент.	225
Выводы.	234
ПЭТ-исследование мозгового обеспечения восприятия фраз с синтагматическим членением	236
Введение	236
Методы.	239
Результаты исследований	243
Обсуждение результатов	246
Заключение	249
Р. С. Картезианство и бэконианство в лингвистике: птицы и лягушки	250

...О МОЗГЕ

Проблема внутреннего диалогизма: нейрофизиологическое исследование языковой компетенции.	255
Гетерогенность мышления и эволюция когнитивных предпочтений: кросс-культурные и нейропсихологические аспекты.	269
Метафоры	270
Понимание метафор и идиом левым и правым полушариями мозга	273

Метафоры	274
Идиомы	274
Силлогизмы	280
Решение силлогистических задач левым и правым полушариями мозга	282
Латерализация языков у билингва	289
Методика и материал	292
Результаты	293
Обсуждение	299
Специализация полушарий мозга в восприятии интонаций русского языка	302
Методика	304
Примеры стимульных фраз	305
Результаты исследований и их обсуждение	307
Выводы	314
Специфика полушарной асимметрии восприятия интонаций в норме и при шизофрении	315
Введение	316
Методика	318
Результаты исследования и их обсуждение	321
Выводы	331
Участие левого и правого полушарий головного мозга человека в формировании субъективного акустического пространства	333
Материал и методы	334
Результаты исследований	342
Обсуждение полученных результатов	347
Выводы	349
Опознавание сложных цветовых образов и функциональная асимметрия мозга	351
Методика исследования	353
Результаты и их обсуждение	353
Заключение	362
Выводы	363

Мозг человека и многозначность когнитивной информации: конвергентный подход	365
P. S. Локализация функций в мозгу: король мертв, да здравствует король?	379

УЛЫБКА КОТА...

8
—

ЗЕРКАЛА, ЧАСЫ И ЗНАКИ В МОЗГУ, ИЛИ КТО ЧИТАЕТ ТЕКСТЫ НЕЙРОННОЙ СЕТИ?

Когнитивный романтизм в зеркале контекстов	387
Семиотика запахов: вербализация, синестезия, память	394
Quodcunque ostendis mihi sic, incredulus odi (Horat)	394
Hyperosmia as Hypersemia	396
Brain, Nose and Language	396
Время — дом, где мы живем, или оно создается нашим мозгом?	399
Человеческое в человеке: сознание и нейронная сеть	405
Нейронаука в поисках смыслов: мозг как барокко?	436
Post Scriptum	450
Приложения	451
Благодарности	451
Примечания	452
Список научных трудов Т. В. Черниговской, материалы которых легли в основу настоящего сборника	453
Литература	457

ОТ АВТОРА

Статьи, которые я выбрала для этой книги, представляют работы в области гуманитарных и естественных наук, которыми я занимаюсь почти полвека. Они были написаны в разных стилях и с позиций, неизбежно изменившихся за эти годы.

Мои интересы также менялись, как менялась и сама наука, ныне объединившая лингвистику, нейрофизиологию, психологию и проблемы искусственного интеллекта под одним зонтиком когнитивных исследований. Я решила не редактировать статьи и не приводить их к какому-то единому стилю. Вместо этого я написала введение и небольшие комментарии к разделам книги — взгляд из нашего времени.

ВВЕДЕНИЕ

Старайся наблюдать различные приметы...

А. Пушкин. Приметы

10

ЧЕШИРСКАЯ УЛЫБКА КОТА ШРЁДИНГЕРА: МОЗГ, ЯЗЫК И СОЗНАНИЕ

Я решила назвать книгу о языке и сознании «*Чеширская улыбка кота Шрёдингера*» потому, что именно эта формула более всего, как мне представляется, отражает состояние исследований лучших из умений *Homo sapiens*. Улыбкой кота книга и заканчивается — к этому я пришла, пробираясь по дорогам разных наук, начав с лингвистики и сенсорной физиологии и постепенно перейдя в область нейронаук, психологии, искусственного интеллекта, семиотики и философии; теперь все это называется когнитивными исследованиями и представляет собой пример конвергентного и трансдисциплинарного знания. Исходная гипотеза — язык как интерфейс между мозгом, сознанием и миром — отражает мой взгляд на эволюцию и природу вербального языка и других высших функций, их фило- и онтогенез, на генетические и кросс-культурные аспекты развития сознания и языка и их мозговых коррелятов, на возможности межвидовой коммуникации и перспективы моделирования человеческих когнитивных процессов.

Напомню, что мысленный эксперимент Эрвина Шрёдингера (одного из создателей квантовой механики и лауреата Нобелевской премии по физике 1933 года), получивший известность как парадокс кота Шрёдингера, состоит в том, что неопределенность на атомном уровне способна привести к неопределенности в макроскопическом масштабе («смесь» живого и мертвого кота). «Эксперимент» заключается в следующем: в закрытый ящик, содержащий радиоактивное ядро и емкость с ядовитым газом, помещен

кот. Если ядро распадётся (вероятность 50 %), ёмкость откроется и кот погибнет. По законам квантовой механики, если за ядром никто не наблюдает, то его состояние описывается смешением двух состояний — распавшегося ядра и нераспавшегося ядра; следовательно, кот, сидящий в ящике, и жив, и мертв одновременно. Если ящик открыть, то увидеть можно только одно состояние: ядро распалось — кот погиб или ядро не распалось — кот жив. Вопрос в том, когда система перестаёт существовать как смешение двух состояний и выбирается какое-то одно.

Шрёдингер известен не только как физик: к середине 1920-х годов он приобрёл репутацию одного из ведущих специалистов по теории цвета и эволюции цветного зрения [Schrödinger, 2000, 2009], однако в последующие годы больше к этой тематике не возвращался, хотя интерес к биологии не терял, пытаясь сформулировать единую картину мира, и в 1944 году написал книгу *What is life? The Physical Aspect of the Living Cell*, первые несколько глав которой посвящены механизмам наследственности и мутаций, в том числе и разбору взглядов Тимофеева-Ресовского [Schrödinger, 1944].

Шрёдингер провидчески констатирует, что «умеренно удовлетворительная» картина мира была достигнута высокой ценой: за счёт удаления из нее нас и занятия нами позиции стороннего наблюдателя. Модель мира, из которого удалено сознание, холодна, бесцветна и нема. Цвет и звук, тепло и холод (иными словами — *qualia*) являются нашими непосредственными ощущениями, наш мир таков, и модель мира без них неадекватна. Шрёдингер, ссылаясь на работы знаменитого физиолога Шеррингтона, подчеркивает бесплодность поисков «места», где разум действует на материю или наоборот, и констатирует, что построение физической картины мира возможно только ценой изъятия из него сознания.

Язык, разум, сознание и порождающий их мозг — сложнейшие из известных нам систем. Как же их изучать «изнутри»? Еще Гёдель *советовал этого не делать...* Напомню его знаменитую теорему: логическая полнота (или неполнота) любой системы аксиом не может быть доказана в рамках этой системы; иными словами, метод дедуктивных выводов недостаточно мощен, чтобы

описывать сложные системы, не говоря о такой сверхсложной, как человеческий мозг.

Приближаясь к изучению таких систем с максимально возможной аккуратностью и напряжением мысли, мы видим, что они мерцают, трансформируются, обманывают и чуть ли не исчезают, оставляя разве что улыбку (хотелось бы знать — чью?). Как справедливо подчеркивает Манин [1975, 2008], Гёдель внес серьезный вклад и в гуманитарное знание: «принципы запрета» относятся только к знакомым нам по макромиру детерминированным процессам рассуждений, тогда как после работ Бора и Шрёдингера мы знаем, что есть и другие пространства, где действуют иные законы. Работа мозга в таком случае может проходить вне гёделевских запретов.

Размышление над этим и анализ стремительно растущих гор эмпирических сведений временами вызывают вопросы, к которым физики как-то смогли приспособиться со времен Шрёдингера и его кота: можем ли мы вообще увидеть настоящее положение дел или сам факт вторжения выбирает некий вариант, и погляди мы под другим углом, в другой день или час или глазами других людей или иных соседей по планете — картина поменяется. Как быть с каузальностью и свободой воли на фоне появляющихся данных функционального мозгового картирования и иных фиксации неосознаваемого поведения? Да и вообще, сложный мозг порождает сознание и семиотические системы высокого ранга, или напротив — они его формируют, реализуя эпигенетический сценарий? Что такое язык в конечном счете (не останавливаясь на очевидном ответе из учебника, что язык — система знаков)? Он возник как средство коммуникации или как инструмент мышления? Как с ним справляется мозг, учитывая, что в человеческом языке, в отличие от компьютерных, $1 \neq 1$ и все определяется контекстом?

Не только язык, но и сам мир всегда разный и зависит, как известно из основ семиотики, от интерпретатора (*читатель — соавтор*, замечала Цветаева), что ставит нас почти в агностическую позицию: можем ли мы вообще узнать про него что-то, можем ли мы доверять нашему мозгу и его языкам — от математики до искусства, включая, конечно, и язык вербальный? Почему мы

должны считать, что математика универсальна и объективна? Последнее время говорят даже не только о языковом «инстинкте» (то есть врожденности), но об «инстинктах» математики [Devlin, 2006] и музыки [Patel, 2008]... Может быть, у *Homo sapiens* просто голова так устроена, а какой математике на самом деле подчиняется Вселенная — мы не знаем (мысль еретическая, но не абсурдная: другого кандидата на алгоритм управления Вселенной со времен Галилея — *Книга Природы написана языком математики* — у нас нет). Однако зачем бы эволюции понадобилось закреплять в геноме способность к математике, не отражающей законы Природы?.. Вспомним Пуанкаре:

...та гармония, которую человеческий разум полагает открытой в природе, существует ли она вне человеческого разума... в силу естественного отбора наш ум приспособился к условиям внешнего мира, усвоил себе геометрию, наиболее выгодную для вида или, другими словами, наиболее удобную [Пуанкаре, 1990].

Вопрос о том, как соотносится Мир Платона с физической картиной мира, остается важнейшим и предельно сложным в современной когнитивной науке: многие ученые снова и снова возвращаются к обсуждению того, не надо ли для понимания процессов мышления, восприятия, памяти, наконец, самой причинности обратиться к законам квантового мира (в противоположность традиционному представлению, согласно которому к макромиру эти законы неприменимы) (см., например, [Penrose, 1994; Penrose, Shimony, Cartwright, Hawking, 1997; Наточин, 2010; Пенроуз, 2011; Анохин, 2013]).

Ясно, что для человека и других обитателей планеты простейший путь ухватить реальность и хоть как-то организовать ее для внутреннего употребления — это оперировать множествами, формируемыми разными видами существ по законам своего мира и мозга. Об этом писал еще Икскюль [Uexküll, 1928], подчеркивая, что все существа живут в своих мирах — *Umwelt*. Это отчетливо формулировали Ницше («*Мы устроили себе мир, в котором можем жить, — предпослав ему тела, линии, поверхности, причины и следствия, движение и покой, форму и содержание: без*

догматов веры в это никто не смог бы прожить и мгновения! Но тем самым догматы эти еще отнюдь не доказаны. Жизнь вовсе не аргумент; в числе условий жизни могло бы оказаться и заблуждение») и Кант (*«Рассудок не черпает свои законы a priori из природы, а предписывает их ей»*).

Человек постоянно сталкивается с неопределенной и многозначной информацией. Тем не менее он должен принимать решения, декодируя ее релевантно ситуации. Такая неопределенность касается всех модальностей восприятия, недаром идея размытых множеств уже давно завоевала пространство описания этих феноменов (*fuzzy sets — Zadeh*). Особенно очевидно это на примере вербального языка. Улыбка Чеширского кота служит тому хорошей метафорой: смыслы словам приписываются конвенционально, могут и исчезать, видоизменяться или до поры вообще не иметь подходящих обозначений. Такая неопределенность и даже зыбкость наименований вполне близка и Кэрроллу, и творцам квантовой теории.

Казалось бы, если основная функция языка — коммуникация, то неопределенность должна была бы быть вытеснена из такого кода максимально быстро. Возможно, стоит еще раз прислушаться к Хомскому, считающему, что язык для коммуникации не так уж хорошо приспособлен, а сформировался главным образом для структурирования мышления, то есть для процессов «внутренних»; коммуникативная функция в этом случае является как бы побочным продуктом. Вербальный язык обеспечивает номинацию ментальных репрезентаций сенсорного инпута и, таким образом, «объективизирует» индивидуальный опыт. Но в работах по теории коммуникации давно обсуждаются *коммуникативные ямы*, провалы в понимании, образующиеся весьма часто, несмотря на правильность построения сообщения.

Таким образом, неопределенность и многозначность, казалось бы, должны при коммуникации любого типа стремиться к нулю, чтобы в идеале каждое слово или конструкция имели одно значение. Было бы разумно ожидать, что, эволюционируя, языки будут от неопределенности избавляться, но это противоречит фактам.

К примеру, корпусные исследования по нескольким языкам показывают, что более короткие и более частотные слова как раз и являются самыми многозначными, что подтверждает идею экономности лексикона; таким образом, неопределенность информации в вербальном языке — его преимущество и средство экономии, так как одни и те же слова могут быть использованы в разных ситуациях и с разными значениями, а ситуация разрешается с помощью контекста [Piantadosi, Tily, Gibson, 2012].

Есть и психологическое объяснение: вместо того, чтобы анализировать композиционно и синтаксически сложные конструкции, говорящему когнитивно «выгоднее» передавать большее количество информации меньшими средствами, а слушающему тоже «выгоднее» включать все виды контекстов, чтобы декодировать компактное сообщение правильно.

Трудно спорить с тем, что интуитивные, метафорические, инологические когнитивные средства не менее мощны, чем классическая логика и ее следствия:

При переходе от интуитивного к логическому происходит процесс переливания информации из одной тары в другую, менее емкую и более жесткую. Часть информации при этом теряется. Ценность потерянной информации зависит от целей, с которыми она могла бы использоваться. Согласно теореме Гёделя, найдется ситуация, в которой окажется, что потерянная информация является ценной, и логический алгоритм откажет [Чернавский и др., 2004].

Нельзя не согласиться, что логическое описание мира может становиться препятствием для получения новых знаний, и приходится прибегать к совсем другим языкам, что блестяще сформулировал Бродский:

Поэзия не развлечение и даже не форма искусства, но скорее наша видовая цель. Если то, что отличает нас от остального животного царства — речь, то поэзия — высшая форма речи, наше, так сказать, генетическое отличие от зверей. Отказываясь от нее, мы обрекаем себя на низшие формы общения... Это колоссальный ускоритель сознания и для пишущего, и для