

**НЕЙРОНЫ АНАЛОГИИ – ЭТО НЕЙРОНЫ ПАМЯТИ,
ВОЗБУЖДАЮЩИЕСЯ НА ОСНОВЕ ФАЗОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ.
ЧАСТЬ 2**

***Аннотация:** Недавно мы решили подготовить обновленное (дополненное) издание книги «1000 аналогий, изменивших науку» [1]. При этом возникла необходимость в том, чтобы собрать и проанализировать новые данные относительно влияния генетических и средовых факторов на формирование человеческого интеллекта. В процессе этой работы стало ясно, что концепция универсальной грамматики Ноама Хомского, постулирующая существование «грамматических» генов, практически опровергнута. То есть количество фактов, противоречащих этой теории, достигло критической массы. Исследование того, как ребенок осваивает язык и грамматические правила, а также создает новые слова, показывает, что фундаментальную роль в этих лингвистических явлениях играет мыслительная операция аналогия. Нужно ответить на вопрос: как ребенок выполняет эту операцию? Фазовая синхронизация импульсной активности удаленных нейронных ансамблей – механизм, позволяющий объяснить, каким образом детский мозг генерирует лингвистические аналогии.*

***Ключевые слова:** память, ансамбли нейронов, импульсная активность, фазовая синхронизация, ассоциативное связывание слов, мыслительная операция аналогии.*

Novikov N.B.

Postgraduate Student, Institute of Psychology RAS

Russia, Moscow

***Abstract:** Recently we decided to prepare an updated (enlarged) edition of the book "1000 analogies that changed science" [1]. At the same time, it became necessary to collect and analyze new data on the influence of genetic and environmental factors on the formation of human intelligence. In the course of this work, it became clear that Noam Chomsky's concept of universal grammar, which postulates the existence of "grammatical" genes, has practically been refuted. That is, the number of facts contradicting this theory has reached critical mass. The study of how a child learns language and grammatical rules, as well as creates new words, shows that the mental operation of analogy plays a fundamental role in these linguistic phenomena. It is necessary to answer the question: how does the child perform this operation? Phase synchronization of the impulse activity of distant neural ensembles is a mechanism that makes it possible to explain how the child's brain generates linguistic analogies.*

***Key words:** memory, ensembles of neurons, impulse activity, phase synchronization, associative linking of words, mental operation of analogy.*

1. Как была опровергнута концепция универсальной грамматики Н.Хомского

Концепция универсальной грамматики Н.Хомского возникла в конце 1950-х годов в качестве противовеса теории бихевиористов, которая сводила процесс освоения языка ребенком преимущественно к разным способам имитации ребенком речи взрослых. Сторонники бихевиористского направления, лидером которых был Беррес Фредерик Скиннер (1904-1990), предполагали, что речь ребенка формируется благодаря тому, что он

постоянно подражает речевому поведению взрослых, заимствуя у них информацию о значении слов, способах их использования и правилах построения предложений. Бихевиористы справедливо утверждали, что взрослые часто исправляют ошибки в речи детей, но ориентация сторонников Б.Ф.Скиннера на развитие парадигмы оперантного обусловливания (теории «стимул - реакция») и скептическое отношение к поиску связи между мозгом и поведением организма привели к возникновению альтернативной концепции. Этой концепцией и явилась теория универсальной грамматики Н.Хомского. По мнению Н.Хомского, подобно тому, как разнообразие результатов, генерируемых вычислительной машиной (компьютером), обусловлено тем, что в «мозг» машины встроена программа и правила переработки информации, так и в мозг ребенка от рождения встроена программа универсальной грамматики, подсказывающая детям, как выделять синтаксические модели в речи родителей. Эта программа – всеобъемлющая схема, план, на основе которого можно получать неограниченное число предложений из ограниченного числа слов.

Трудно не заметить определенное сходство между универсальной грамматикой Н.Хомского и «универсальным алгоритмом» Г.Лейбница, который рассматривался немецким математиком как способ познания «всех истин Вселенной» без обращения к результатам опыта и эксперимента, в том числе без обращения к индуктивным методам обобщения этих результатов. Это неслучайное сходство, так как проект «универсального алгоритма» Г.Лейбница опирался на концепцию познания Р.Декарта – того самого, у которого Н.Хомский заимствовал идею врожденного знания, трансформировав ее в постулат о врожденной природе программы универсальной грамматики, встроеной в мозг детей. Этот постулат он обосновывал, в основном, двумя аргументами: 1) ребенок постигает родной язык удивительно быстро, настолько быстро, что можно говорить о самопроизвольности (автономности) этого процесса постижения; 2) обезьяны

не способны овладеть какой-либо формой речи, поэтому все попытки обучить их языку бесперспективны.

Н.Хомский сформулировал три основных (ключевых) положения своей концепции. Согласно первому положению, в мозг каждого человека встроена генетическая программа, «кодирующая» универсальную грамматику, глубинные синтаксические структуры. То есть существуют «грамматические» гены. Согласно второму утверждению, дети осваивают язык без всяких инструкций со стороны взрослых. Иначе говоря, язык – это сложный навык, который развивается в ребенке самопроизвольно, без каких-либо систематических наставлений, которые исходили бы от родителей. Наконец, третье положение – грамматика не зависит от семантики (значения).

Сомнения в справедливости **третьего положения** возникли достаточно рано. Еще Джордж Лакофф (род. 1941 г.), один из первых учеников Н.Хомского, обратил внимание на существование фактов, противоречащих постулату о независимости грамматики от семантики в реальном речевом поведении людей. В статье [2], в интервью Дж.Лакофф говорит: «Главная идея Хомского заключается в том, что грамматика не зависит от семантики (значения), и это мне уже тогда показалось странным. Позже выяснилось, что это не только странно, но и в корне ошибочно! Я стал смотреть на примеры предложений и их грамматику и заметил, что в каждом примере грамматика напрямую зависела от значения. Наречия места, скажем, непосредственно зависят от направления движения. Необходимо понимать значение глагола и смысл всего предложения, чтобы понять, как грамматически работают наречия. Контекст невероятно важен! Эмпирическим путем я доказал, что сугубо математическая теория Хомского просто не работает в реальной жизни, я убедил в этом и других его учеников первого поколения, а он разозлился и стал атаковать меня и остальных. На любые самые убедительные эмпирические примеры он отвечает, что в грамматике есть только одно правило - рекурсия» [2].

Здесь мы не станем останавливаться на идее рекурсии, которую Н.Хомский изложил в соавторстве с В.Фитчем и М.Хаузером в 2002 г. в статье [3]. Заметим лишь, что в данной публикации Н.Хомский заявил, что фундаментальным принципом универсальной грамматики является рекурсия – алгоритм, который, по его мнению, открывает бесконечные возможности конструирования предложений путем встраивания друг в друга одинаковых синтагм. Идея рекурсии Н.Хомского была опровергнута в 2005 г. американским лингвистом Д.Эвереттом, который обнаружил, что в языке амазонских индейцев «пираха» нет рекурсии. А другой американский лингвист Д.Бикертон показал [4], что несправедливость идеи рекурсии может быть продемонстрирована без обращения к анализу языка «пираха».

Первое положение теории универсальной грамматики Н.Хомского (утверждение о существовании «грамматических» генов) подверглось критике после того, как ученые разобрались в механизмах активности генов и выяснили, что же они кодируют. Оказалось, что гены не могут кодировать набор правил грамматики, тех правил, которые позволяют, как отмечено выше, получать неограниченное число предложений из ограниченного числа слов.

Этот момент хорошо описан в книге Светланы Бурлак «Происхождение языка» [5]: «...Гены в принципе не могут кодировать грамматические правила – каждый ген является единицей транскрипции, отрезком ДНК, на базе которого синтезируется одна молекула РНК (информационная, рибосомная, транспортная или регуляторная). Записать на него программу типа «ставь подлежащее перед сказуемым» или «ставь подлежащее после сказуемого» (с тем, чтобы потом можно было «перещелкнуть переключатель» между этими двумя возможными вариантами), по-видимому, технически невозможно. Соответственно, присущая человеку «врожденная языковая способность» предстает не как набор предзаданных правил универсальной грамматики, а как стремление искать структуру и «заполнять пустые клетки» в логически – по

презумпции – организованной «таблице» коммуникативной системы. Авторы многих работ признают, что врожденными являются не свойства грамматики языка, а свойства механизма его усвоения, не детали коммуникативной системы, а «механизмы их выведения» из поведения окружающих» [5].

Наконец, **второе положение** концепции Н.Хомского (о первом и третьем мы уже сказали), а именно утверждение о том, что дети осваивают язык самопроизвольно, без всяких инструкций со стороны взрослых, опровергнуто в замечательных экспериментах Патриции Куль (Patricia Kuhl), руководителя Института исследований мозга при Вашингтонском университете. Патриция Куль (2003) показала, что дети осваивают язык и грамматические правила в постоянном взаимодействии со взрослыми и сверстниками. Наибольшую известность приобрели ее эксперименты, в которых 9-месячных детей обучали мандаринскому диалекту китайского языка.

В этих экспериментах Патрицию Куль и ее сотрудников интересовало, как способности младенцев к статистическому обучению помогут им выучить фонемы мандаринского диалекта. В первой группе девятимесячные дети слышали речь китайских учителей, игравших с ними на полу с книжками и игрушками. В двух других группах дети тоже слушали речь на этом языке. Одной из групп показывали видео, где люди говорили по-китайски. Другая группа слушала только аудиозапись. В четвертой, контрольной группе дети вообще не слышали китайской речи, с ними играли американские студенты с теми же книжками и игрушками, которые были у первой группы. Всё это продолжалось на протяжении 12 занятий в течение месяца.

Потом младенцев всех четырех групп тестировали в лаборатории, чтобы оценить их способность выделять фонемы китайского языка. Только дети, общавшиеся с носителями китайского языка, научились выделять эти фонемы. Их восприятие было таким же, как у младенцев из Тайбэя (столицы Тайваня), слышавших речь своих родителей на протяжении первых 11 месяцев жизни.

Патриция Куль резюмирует [6]: «Дети, слышавшие китайский язык на видео или аудиозаписях, ничему не научились. Их способность различать китайские фонемы не отличалась от того, что наблюдалось в контрольной группе, где, как и ожидалось, она сохранилась на том же уровне, который был до начала эксперимента. Результаты исследования доказывают, что мозг ребенка не учится пассивно (без инструкций, как думал Н.Хомский – Н.Н.Б.). Для того чтобы произошло обучение, младенец должен взаимодействовать с другими людьми. Я называю это «социальный канал». Такой же механизм задействован при обучении коммуникационным сигналам у многих видов животных» [6, с.153].

Эти исследования П.Куль, поставившие под сомнение утверждение Н.Хомского (и его соратника Стивена Пинкера) о том, что дети обучаются языку без каких-либо инструкций и наставлений со стороны взрослых, произвели большое впечатление на ученых и всех, кто интересуется речевым онтогенезом. Так, обобщая результаты П.Куль, инженер-акустик по образованию Тревор Кокс в книге «Зачем мы говорим» [7] отмечает: «Следовательно, чтобы стимулировать развитие голоса и языка ребенка и его социальных и когнитивных навыков, нужен дуэт родителя и ребенка. Поэтому неудивительно, что младенцы очень быстро научаются смотреть и лепетать, чтобы обратить на себя внимание других и учиться. Они даже подстраивают свой лепет в подражание слушателю; в одном исследовании было отмечено, что в присутствии отца младенцы используют более низкие частоты, чем в присутствии матери. Если вы любите совмещать свои родительские обязанности и смартфон, будьте осторожны: с четырехмесячного возраста дети точно знают, когда окружающие не обращают на них внимания! Младенец очень тонко манипулирует поведением других людей, потому что для овладения языком ему необходима правильная информация, например, чтобы родитель указывал на предмет и называл его» [7].

Исследованиями Патриции Куль также восхищаются Дана Саскинд, Лесли Левинтер-Саскинд и Бет Саскинд в книге «Тридцать миллионов слов» [8]: «Языку нельзя научиться пассивно, а только с помощью ответной реакции окружающих и социального взаимодействия. Лингвистический обмен ролями в ходе воспитания ребенка выступает главным фактором для изучения языка и образования, его значимость переоценить невозможно. Одно из моих любимых исследований Патриции Куль прекрасно это подтверждает. Девятимесячные американские младенцы слушали китайскую речь. Половине малышей мама произносила слова с теплой материнской интонацией, а другие дети слышали те же китайские слова, с такой же материнской интонацией, но записанные на аудио- или видеопленку. После двенадцати лабораторных сеансов младенцы, слышавшие речь непосредственно от живого человека, могли распознавать звуки китайского языка. А как же те, кто слушал запись? Вы уже догадались. Ничего не могли» [8, с.81].

2. Эксперименты Патриции Куль, раскрывающие механизм взаимодействия ребенка со взрослыми в ходе освоения речи

Не ограничиваясь констатацией факта взаимодействия ребенка со взрослыми в процессе речевого развития, П.Куль поставила задачу выяснить механизмы, посредством которых осуществляется это взаимодействие, позволяя ребенку быстро изучать семантику (значение) слов и расширять свой словарный запас. Обычно говорящий смотрит на то, о чем он говорит. П.Куль установила, что когда ребенок следит за взглядом взрослого (говорящего), он без труда определяет связь между звучащим словом и тем предметом, которому соответствует это слово. То есть слежение за взглядом взрослого дает ребенку возможность «уловить» смысловое значение того или иного слова.

«Если дети смотрят в глаза родителям, - пишет Патриция Куль, - то получают социальные подсказки, ускоряющие следующую стадию освоения языка – понимание смысла слов. Эндрю МельцOFF (Andrew Meltzoff) из Вашингтонского университета показал, что дети, прослеживающие направления взгляда взрослых, набирают больший словарный запас в первые два года жизни, чем те, кто не следит за движением глаз. Связь между взглядом и речью имеет большое значение, и это позволяет отчасти объяснить, почему простой просмотр обучающего видео не дает такого эффекта. В группе, где учителем китайского был человек, дети могли видеть, как преподаватель смотрит на объект, когда называет его. Движение глаз обеспечивало связь между словом и объектом. В июле 2015 г. мы опубликовали статью о том, что когда учитель испанского показывает новую игрушку и говорит о ней, ребенок заучивает новые фонемы и слова, переводя взгляд с преподавателя на игрушку, а не фокусируясь на чем-то одном. Это подтверждает мою теорию о том, что младенцам для обучения языку нужно социальное взаимодействие» [6, с.153].

Этот же аспект взаимодействия ребенка со взрослыми в ходе освоения языка рассматривается в книге Станисласа Деана «Как мы учимся» [9], где автор констатирует: «Овладеть речью в рекордные сроки (по сравнению с современными системами искусственного интеллекта) детям позволяют и другие хитрости. Одно из таких правил всем известно: обычно говорящий смотрит на то, о чем говорит. Это правило позволяет детям значительно ограничить абстрактное пространство, в котором они ищут значение нового слова: ребенку не нужно соотносить каждое незнакомое слово со всеми объектами в своем поле зрения, как поступил бы компьютер. Последний будет делать это до тех пор, пока не соберет достаточно данных и не убедится, что каждый раз, когда он слышит о бабочке, где-то есть маленькое разноцветное насекомое. Чтобы понять, о чем говорит мама, ребенку достаточно проследить за ее взглядом или направлением пальца. Это называется «совместным

вниманием» и является фундаментальным принципом овладения речью» [9, с.66].

3. Майкл Томаселло и Пол Ибботсон дополняют аргументы, свидетельствующие об уязвимости концепции Н.Хомского

Майкл Томаселло (Michael Tomasello) – американский психолог, всемирно известный специалист в области развития коммуникации и кооперации у ребенка и высших приматов, директор Института эволюционной антропологии Макса Планка (Германия). На одном из этапов своих исследований он понял, что количество фактов, противоречащих теории Н.Хомского, достигло такого значения, когда уже нельзя игнорировать их. Недавно совместно с Полом Ибботсоном он опубликовал статью «Язык в новом ключе» [10], в которой систематизировал данные, опровергающие постулат Н.Хомского о существовании врожденного грамматического модуля. Того модуля, который, по мысли Н.Хомского, встроен в мозг ребенка и избавляет его от необходимости изучать язык под влиянием инструкций и наставлений взрослых.

Безусловно, публикация М.Томаселло и П.Ибботсона (2017) инициирована результатами исследований Патриции Куль, подробно изложенными в 2016 г. в ее статье «Детский лепет» [6]. Эти результаты они дополняют многими другими данными. В частности, авторы обращают внимание на то, что глагольные группы некоторых языков австралийских аборигенов не имеют привычной «упаковки», в которой их можно было бы внедрить в универсальную грамматику Н.Хомского. Но главные доводы, заставляющие отказаться от концепции Н.Хомского, – это, по убеждению Майкла Томаселло, выявленные и описанные механизмы освоения языка ребенком. М.Томаселло показывает, что маленький человек усваивает свой первый язык постепенно, шаг за шагом, используя сначала простые грамматические схемы, а затем

постигая стоящие за этими схемами правила. Отрицая существование врожденного универсального инструмента, специально предназначенного для освоения грамматики, М.Томаселло отмечает, что ребенок получает от взрослых «ментальный эквивалент многофункционального складного ножа» - набор инструментов широкого спектра применения, которые помогают ребенку реконструировать грамматические категории и правила языка, который он слышит постоянно вокруг себя.

В чем же заключаются основные (ключевые) компоненты этого набора инструментов, этого «ментального эквивалента складного ножа»? Отвечая на данный вопрос, М.Томаселло делает шаг, который можно было бы охарактеризовать как «шаг высокой научной значимости». М.Томаселло подчеркивает, что основными компонентами упомянутого набора инструментов являются память и умение проводить аналогии! «Получается, - пишет он, - что **память, умение проводить аналогии**, внимание и оценка социальных ситуаций не то чтобы мешают ребенку реализовывать врожденный навык «чистой» грамматики Хомского – они, скорее, оказываются решающими факторами в реализации языка по тем законам, которые мы наблюдаем в жизни» [10, с.107]. Поясняя свою мысль, М.Томаселло говорит: «Дети слышат одинаковые по структуре фразы и проводят между ними **анalogии**» [10, с.108].

Другими словами, способность детей проводить аналогии между одинаковыми по структуре фразами (предложениями) определяет их способность грамматически правильно строить эти фразы. И можно тут же добавить: та же способность детей проводить аналогии между словами (их звучанием, способом употребления) определяет тот процесс, в котором они создают новые слова, то есть реализуют то, что называется «словотворчеством», «словообразованием».

Теперь понятно, почему Н.Хомский находился в постоянной оппозиции по отношению к одному из своих учеников – Джорджу Лакоффу. Ведь Лакофф –

один из авторов теории метафорического языка, в которой утверждается, что метафора (а в более широком смысле и аналогия) – это базовый механизм функционирования языка. Здесь можно вспомнить известную книгу Дж.Лакоффа и М.Джонсона «Метафоры, которыми мы живем» [11], впервые опубликованную в 1980 г. Понятие метафоры не вполне согласуется с понятием абстрактных правил универсальной грамматики Н.Хомского. Одновременно становится ясно, какие теории не могли полноценно развиваться в силу доминирования представлений Н.Хомского, блокировавших альтернативные лингвистические концепции. Безусловно, одна из таких концепций – это теория, подчеркивающая роль аналогии в детском словотворчестве (словообразовании). Можно надеяться, что данная теория начнет привлекать к себе большее внимание, чем прежде, с учетом постепенной потери позиций ее конкурентки – концепции универсальной грамматики Н.Хомского.

М.Томаселло выражает этот медленный процесс потери доминирования указанной концепции следующим образом: «Хомский позиционировал свою универсальную грамматику как врожденный, существующий как данность компонент человеческого разума, изучение которого сулило обнаружить глубинную биологическую основу более чем 6 тыс. языков мира. Наиболее мощные (и, безусловно, самые красивые) научные теории – это теории, которые выявляют единство явлений, скрытое под их поверхностным разнообразием, поэтому концепция универсальной грамматики немедленно привлекла к себе внимание. Но теория Хомского не выдержала проверку временем и уже многие годы последовательно сдает позиции. При этом умирает она очень медленно, потому что, как однажды заметил Макс Планк, отжившие свое ученые склонны цепляться за изжившие себя методы: «Наука продвигается вперед со скоростью одних похорон за раз» [10, с.104].

4. Герман Пауль и Фердинанд де Соссюр – ученые, стоявшие у истоков изучения роли аналогии в словообразовании

Теория словообразования (словотворчества) стала разрабатываться лишь в 20 столетии, однако уже во второй половине 19 века формулировались идеи о том, что в процессе освоения языка ребенок способен создавать новые слова, причем инструментом таких лингвистических инноваций является аналогия. Слова, произносимые взрослыми, служат для него образцами (эталоном). Усваивая их смысл (семантику) и правила их употребления в различных ситуациях, ребенок создает новые слова. Многие из этих слов являются ошибочными вариантами, т.е. словами, которые никогда не употребляются взрослыми. Ошибки обусловлены тем, что в любом языке правила, верные для одних слов, могут быть неверными для других. Не зная об этом и руководствуясь аналогией, дети конструируют новые языковые единицы (неологизмы), удивляющие своим разнообразием. Современные лингвисты называют акт создания ребенком нового слова на основе другого слова или на базе целой совокупности исходных (предшествующих) слов «деривационным процессом», а аналогию – «ассоциацией, запускающей этот деривационный процесс».

Впервые на важное значение аналогии в детском словотворчестве обратил внимание выдающийся немецкий лингвист, идеолог школы младограмматиков, Герман Пауль (1846-1921). Анализируя роль ассоциаций (он использовал термин «взаимоприятие отдельных слов») в усвоении языка и процессах образования новых слов и форм, Г.Пауль демонстрирует роль аналогии в слово- и формообразовании. При этом он особо останавливается на фактах детской речи, отмечая, что в своих новообразованиях дети, как правило, употребляют продуктивные модели [12].

Не прошел мимо детских новообразований и Фердинанд де Соссюр (1857-1913) – швейцарский лингвист, заложивший основы структурной лингвистики, принципы которой впоследствии нашли применение в антропологии и культурологии (Клод Леви-Стросс распространил структуралистский метод за пределы языкознания). Ф. де Соссюр посвятил анализу аналогии две отдельные главы своего «Курса общей лингвистики» [13]. Он утверждал, что «принцип аналогии по существу совпадает с принципом, лежащим в основе механизма речевой деятельности». «Аналогия, - отмечал он, - предполагает образец и регулярное подражание ему», так как «аналогия действует в направлении большей регулярности и стремится унифицировать методы словообразования и словоизменения». Распространенность образований по аналогии в речи детей Ф. де Соссюр объяснял тем, что дети еще недостаточно освоились с обычаем (т.е. с языковой нормой).

Существенный вклад в исследование механизмов языкового онтогенеза внесли российские (советские) лингвисты и психологи. Ученик С.Л.Рубинштейна – Феликс Алексеевич Сохин (1928-1989) экспериментально установил, что ребенок строит новые слова и предложения, используя операцию обобщения, которую сам В.А.Сохин называл «генерализацией отношений» [14]. Суть этой операции в том, что, осваивая язык, ребенок запоминает связь (отношения) между словами в структуре конкретных предложений, а затем легко переносит, т.е. обобщает эти отношения на множество других предложений. Принцип генерализации отношений позволил Ф.А.Сохину объяснить, как дети овладевают грамматическим строем родного языка. При этом Ф.А.Сохин подчеркивал, что еще до экспериментальных исследований этот принцип был подсказан ему учением И.П.Павлова о высшей нервной деятельности. Но если И.П.Павлов применял понятие «генерализации» («иррадиации») для описания процессов распространения возбуждения по различным отделам коры мозга, то

Ф.А.Сохин нашел возможность для использования этого понятия в лингвистике.

Важной вехой явились исследования Александра Николаевича Гвоздева (1892-1959). А.Н.Гвоздев – автор блестящих работ, посвященных формированию основных речевых навыков и языковой системы у детей дошкольного возраста. Именно А.Н.Гвоздев убедительно доказал, что аналогия является ведущим механизмом появления детских языковых инноваций. Называя эти инновации «образованиями по аналогии», ученый подчеркивал, что сам факт их появления в речи ребенка свидетельствует об усвоении того или иного грамматического явления (т.е. правила образования слова или словоформы, основанного на способности членить нормативную словоформу на элементы и осмысливать функции полученных элементов). Кроме того, А.Н.Гвоздев рассматривал разнообразие детских аналогий как признак богатства и потенциал развития того или иного национального языка. «Мне кажется, что, привлекая только образования по аналогии детей дошкольного возраста, можно установить основной морфологический запас русского языка» [15].

Одним из источников (материалов) для плодотворных исследований А.Н.Гвоздева послужили наблюдения за собственным сыном Женей (1921-1941), который погиб на фронте во время Великой отечественной войны. Ученый запечатлел все этапы речевого становления сына, охарактеризовав закономерности развития его детской речи. Результаты, отраженные в дневнике семилетних наблюдений, впоследствии легли в основу диссертации А.Н.Гвоздева «Формирование у ребенка грамматического строя русского языка» (1943). Сам дневник издан в виде книги «От первых слов до первого класса» [16].

Нужно сказать, что этот дневник давно уже стал своего рода эталоном для ведения родительских дневников, имеющих своей целью зафиксировать процессы, происходящие в языковой системе ребенка. Дневник А.Н.Гвоздева

является непревзойденным образцом работ этого жанра, поскольку содержит не только разнообразные факты из речи ребенка, но и глубокие и в высшей степени интересные размышления лингвиста по поводу этих фактов. Работы А.Н.Гвоздева по детской речи фактически заложили основы новой науки, которая в настоящее время именуется по-разному: лингвистика детской речи, онто-лингвистика, возрастная психоллингвистика, речевой онтогенез, логогенез [17].

Непосредственными продолжателями работ А.Н.Гвоздева можно считать отечественных лингвистов Стеллу Наумовну Цейтлин (род.1938 г.) и Елену Самуиловну Кубрякову (1927-2011). Изучая речь ребенка на ранних этапах, и продолжая анализировать особенности детского словотворчества (словообразования), С.Н.Цейтлин подтвердила фундаментальное значение аналогии в языковом онтогенезе. Ее книги «Язык и ребенок» [18] и «Очерки по словообразованию и формообразованию в детской речи» [19] изобилуют примерами детских инноваций, возникших на основе аналогии (ассоциации). Эти примеры показывают, что когда ребенок достигает стадии продуктивной морфологии, он без труда извлекает из памяти нужные словоформы, заимствованные из речи взрослых. Если же необходимая для данной языковой ситуации словоформа отсутствует, ребенок самостоятельно конструирует ее по аналогии с теми языковыми единицами, которые уже хранятся в памяти. При этом механизмом запуска процесса конструирования является спонтанная (часто бессознательная) ассоциация – ребенок вспоминает словоформу, похожую на ту, что ему нужна в данной ситуации.

С.Н.Цейтлин отмечает, что многие аналогии детей совпадают с метафорическими конструкциями взрослых, откуда следует вполне обоснованный вывод: в основе детских инноваций лежат те же механизмы, что и в основе речевого творчества взрослых. С.Н.Цейтлин признает, что новое слово может быть образовано не только по аналогии с другим словом, но и на базе когнитивно-языковой структуры (КЯС), фиксирующей обобщенную

грамматическую категорию. Однако та же КЯС формируется у ребенка в качестве обобщения наиболее типичных способов образования слов. Следовательно, беспочвенны давно ведущиеся споры относительно того, аналогии или абстрактные правила, содержащиеся в КЯС, используются при освоении языка и порождении словоформ.

Выступая с лекциями и семинарами, излагая свои аргументы на страницах монографий, С.Н.Цейтлин не устает подчеркивать мощь (силу) аналогий, порождаемых развивающимся детским интеллектом. «**Аналогия**, понимаемая в аспекте речевой деятельности индивида, - это внутренний механизм, определяющий направление и суть языковых операций деривационного типа. <...> Умение действовать **аналогиями**, устанавливая ассоциативные связи между языковыми фактами, говорит о том, что индивид овладел основами грамматики. Роль **аналогии** одинаково важна в обеих сферах речевой деятельности: как при восприятии речи (ее анализе), так и при продуцировании речи (синтезе). Именно благодаря способности к осуществлению грамматических операций на основе **аналогии** ребенок может понять грамматическое значение формы, которую никогда прежде не слышал, или значение нового для него производного слова. Благодаря той же способности он оказывается в состоянии образовать формы неизвестного ему прежде слова в соответствии с правилами, существующими в языке, или создать новое слово» [19, с.79-80].

Повторяя и уточняя свою мысль, С.Н.Цейтлин пишет: «Освоение грамматики немислимо без установления разнообразных **аналогий**, которые осуществляются на основе **ассоциаций** как парадигматического, так и синтагматического характера, касающихся как содержательной стороны (семантических и структурных функций) языковых единиц, так и языковых средств, служащих для выражения этих функций. В этих **аналогических** процессах (процессах, основанных на использовании аналогии – Н.Н.Б.), позволяющих выявить в существующем языке закономерности, ребенок

обращает внимание, прежде всего, на повторяющиеся, типовые соотношения между единицами, т.е. именно на то, что их объединяет в определенные категории» [19, с.284]. «...Уже самой низкой степени осознанности смысловых и формальных отношений между словами в словообразовательной паре оказывается достаточно для возникновения **аналогий**, освоения моделей, по которым могут создаваться новые слова. В детском возрасте действительно очень сильно стремление к систематизации языковых фактов – слова в лексиконе тесно связаны, что выявляется в ассоциативных экспериментах...» [19, с.297].

К тем же результатам пришла Е.С.Кубрякова, отметившая двойственный характер деривационных процессов, основанных на использовании аналогии. С одной стороны, аналогия способствует систематизации языка и поэтому несет «регламентирующую» («консервативную») функцию, а, с другой стороны, она выступает в качестве механизма преобразования языка, в силу чего обладает инновационным, творческим потенциалом. Наиболее убедительная иллюстрация творческого характера аналогии – детские инновации. В детской речи, по мнению Е.С.Кубряковой, аналогия оказывается важнейшим инструментом овладения языком, она лежит в основе процессов генерализации и образования моделей-типов.

Раскрывая «лингвосозидательную», «лингвокреативную» функцию аналогии, Е.С.Кубрякова в статье [20] подчеркивает: «Аналогия и образование новых языковых единиц по аналогии рассматриваются нами как один из важнейших механизмов речевой деятельности. С его помощью могут как создаваться новые единицы, так и переименовываться, переименовываться старые; благодаря аналогии конкурируют разные формы одной единицы, и одна единица вытесняется другой; меняются составы словоизменительных и словообразовательных моделей, увеличивается или сокращается численность некогда однотипных рядов форм. В основе аналогии лежит образование одной формы по типу и подобию другой или других, а, значит, и мысленное

обобщение путей образования определенных форм в виде известного правила. Перенесение же этого правила на порождение единиц, ранее ему не подчинявшихся, свидетельствует о понимании структурного и/или семантического сходства между всеми такими единицами и о существовании ассоциативных связей между ними. В принципе, аналогия представляет собой перенос знания о структуре, членимости, значении и других свойствах данного объекта... В лингвистике подобный перенос знания происходит чаще с регулярных и продуктивных форм на нерегулярные или менее регулярные, но это совсем не обязательно. Главное в аналогии – процесс деривации одной формы по образцу и подобию другой» [20, с.45].

В работе [21] Е.С.Кубрякова подводит итог своих размышлений и исследований относительно креативной функции аналогии: «Итак, в итоге наших теоретических рассуждений мы должны признать, что в основе всего процесса моделирования новых единиц в словообразовании (как, впрочем, и в морфологии) лежит именно **аналогия**, опирающаяся, как и во множестве других ментальных процессов, на понятие **ассоциативного связывания** двух и более единиц, осмысляемых как сходные или тождественные. Более того. Вся область словообразования – это область аналогического выравнивания указанных единиц, а то, что определяется как отдельная словообразовательная модель, может интерпретироваться как формула повторения особого (конкретного) образца в результате ее распространения на то или иное число случаев» [21, с.18].

5. Джек Галлант и составленный им «Семантический атлас мозга»

Теперь мы должны ответить на вопрос: как мозг ребенка строит новую словоформу по аналогии с теми языковыми единицами, которые уже усвоены им (под влиянием взрослых) и хранятся в его памяти? Другими словами, как нейронные ансамбли больших полушарий его мозга, хранящие информацию о

словах и их значении, осуществляют **«ассоциативное связывание»** двух и более языковых единиц, т.е. реализуют тот процесс, который младограмматик Герман Пауль назвал «взаимопритяжением отдельных слов»? Возникает соблазн предположить, что нейроны, хранящие слова («семантические нейроны») и расположенные в одной и той же области мозга, например, в речевых зонах Брока и Вернике, связываются друг с другом с помощью коротких отростков (дендритов). Это контактное или, лучше сказать «синаптическое», связывание и обеспечивает постоянную коммуникацию между нейронами «семантической памяти», что необходимо для возникновения ассоциаций и аналогий. Однако недавно нейробиологи сделали открытие, которое исключает такую возможность. Они показали, что нейроны «семантической памяти» хранятся не в зонах Брока и Вернике, а распределены буквально по всему мозгу, по всем его участкам и, как установила еще Н.П.Бехтерева [22], содержатся даже в ядрах таламуса (субкортикальной зоне).

В частности, в 2016 г. Джек Галлант (Jack Gallant) и его сотрудники из Калифорнийского университета в Беркли (США) составили подробный семантический атлас головного мозга, показав, в каких его областях хранятся слова и их значения (семантика). С помощью магнитно-резонансной томографии исследователи регистрировали у семи добровольцев активность головного мозга, пока они в течение двух часов прослушивали радиопередачи с закрытыми глазами. За это время они успевали выслушать 15 историй, в которых содержалось около 25 тысяч слов, три тысячи из которых были уникальными. Учёные фиксировали реакцию нейронов коры головного мозга на каждое из 985 самых распространённых в английском языке слов и на основе полученных данных составили указанный семантический атлас. В атласе оказались задействованы обширные области коры, покрывающие более трети обоих полушарий. Некоторые детали расположения семантических полей у добровольцев незначительно отличались, но общие черты у всех были

одинаковы. Таким образом, эксперимент показал, что нейроны, хранящие наши лингвистические знания, а именно слова и их значения, не сосредоточены в зонах Брока и Вернике, как можно было бы считать, учитывая речевую функцию этих давно известных зон, а распределены (разбросаны) по всей коре больших полушарий мозга. Открытие Джека Галланта и его коллег [23] свидетельствует о том, что слова, между которыми мозг ребенка (и взрослых) устанавливает ассоциативную связь в процессах словотворчества, могут располагаться далеко друг от друга, т.е. быть, как говорят нейрофизиологи, дистантно разобщенными.

Дистантная разобщенность нейронов, хранящих элементы нашего языка, - объективный фактор, который нужно принимать во внимание в попытках определить нейробиологические механизмы способности ребенка (и взрослых) проводить аналогии между разными словами и словоформами. Этот фактор говорит о том, что мозг не может связать удаленные нейроны (нейронные ансамбли) с помощью коротких отростков – дендритов, которые благодаря синапсам обеспечивают передачу информационных сигналов между близко расположенными нейронами.

Этот же фактор говорит о том, что принципом ассоциативной интеграции удаленных «семантических» нейронов не может быть знаменитое правило Дональда Хебба, сформулированное им в 1949 г. Это правило гласит, что если два нейрона возбуждаются одновременно, то синаптическая связь (дендритный контакт) между ними усиливается. Синаптическое усиление может происходить за счет изменения в проводимости синапса или за счет изменения метаболических особенностей самих клеток – нейронов, демонстрирующую одновременную активацию. Кроме того, одновременная активация двух нейронов должна произойти неоднократно, иначе проводимость синапса не изменится и связь между нейронами не усилится (вспомним процесс формирования условных рефлексов в опытах И.П.Павлова). Из сказанного становится ясно, что правило Д.Хебба (обычно

формулируемое: «возбуждаемся вместе – связаны вместе») не может обеспечить взаимодействие и коммуникацию между удаленными нейронными ансамблями.

Эту коммуникацию не может обеспечить и процесс диффузного распространения нейромедиаторов – химических веществ, участвующих в передаче электрохимических импульсов между нейронами через синаптическое пространство. Скорость диффузного распространения нейромедиаторов слишком мала для того, чтобы соответствовать скорости возникновения спонтанных ассоциаций, лежащих в основе семантических аналогий. Виллем Левелт (Willem Levelt) в работе «Производство разговорного слова: теория лексического доступа» [24] определяет скорость возникновения словесных ассоциаций, исходя из оценки скорости речи. Учитывая, что скорость человеческой речи составляет от 2 до 4 слов в секунду, можно оценить скорость лексического доступа к «ментальному лексикону», хранящемуся в нейронных ансамблях нашего мозга. Получается, что мы извлекаем из памяти нужное слово (а ассоциативный механизм выбора определенного слова – это и есть извлечение его из памяти) за доли секунды. Нейромедиатор, распространяющийся в мозге путем диффузии, не способен за столь короткое время покинуть один нейрон и достичь другого, если они удалены друг от друга на значительное расстояние.

Какой же нейробиологический механизм может обеспечить необходимую скорость ассоциативного связывания слов в мозге ребенка (и взрослых), т.е. преодолеть ограничения, свойственные эффектам синаптического усиления и передачи информации с помощью нейромедиаторов? Оказывается, в нейробиологии такой механизм давно известен! Просто никто не рассматривал его сквозь призму фундаментальной проблемы, существующей в лингвистике и психологии: как нейронные ансамбли, хранящие наши слова и их значения (семантику), связываются друг с другом, чтобы стала возможной эффективная нейронная коммуникация и

эффективный ассоциативный процесс? Тот ассоциативный процесс, значение которого отмечал еще Аристотель, а вслед за ним такие адепты концепции ассоцианизма, как Джон Локк, Дэвид Гартли, Дэвид Юм и т.д.

6. Синхронизация импульсной активности нейронных ансамблей – причина возникновения ассоциаций и аналогий

Синхронизация активности нервных центров головного мозга была открыта М.Н.Ливановым (1938, 1940) при изучении условных рефлексов кролика. Анализируя ЭЭГ зрительной и моторной коры мозга кролика во время выработки у него условного оборонительного рефлекса, М.Н.Ливанов обнаружил интересный факт: эти области мозга демонстрировали совпадающую (когерентную) ритмичность. Используя представления А.А.Ухтомского, М.Н.Ливанов сделал правильный вывод, что в мозге животного образуется «конstellация нервных центров» [25].

В 1989 г. произошло важное событие: ученые из Института исследований мозга имени Макса Планка (Германия) К.М.Грей, П.Кениг, А.К.Энгель и В.Зингер опубликовали работу [26], в которой сообщили об открытии синхронизации высокочастотных колебаний нейронов в зрительной коре мозга кошки. Авторы пришли к выводу, что эта синхронизация клеток зрительной коры отражает процесс установления отношений между этими клетками (нейронными ансамблями) для распознавания визуальных стимулов. Работа [26] в определенной степени подтверждала гипотезу Кристофа вон дер Малсбурга (1981, 1986) о том, что визуальный стимул инициирует колебательную активность нейронов, кодирующих различные свойства объекта, а синхронизация этой активности обеспечивает процесс сегментации и последующего связывания свойств (признаков) объекта в единый образ. С гипотезой Малсбурга можно ознакомиться, обратившись к статьям [27, 28].

Эффект синхронизации нейронов был обнаружен в обонятельной системе разных видов животных. Большое число исследований, преследующих цель выяснить значение этого эффекта в функционировании обонятельных нейронов, провел Жиль Лоран (Gilles Laurent) из Калифорнийского технологического института [29, 30, 31]. В настоящее время признается роль синхронизации в кодировании и воспроизведении информации о запахах в обонятельной системе мозга [32].

Изучая влияние когерентной активности нервных центров на подготовку и выполнение двигательных актов, ученые установили, что синхронизированные колебания нейронов сенсомоторных областей связывают эти области в крупномасштабную сеть во время поддержания двигательных действий [33]. В 2005 г. Паскаль Фрис (Pascal Fries), работавший в научной группе Вольфганга Зингера (Wolfgang Singer), которая впервые описала синхронные колебания нейронов в зрительной коре кошки, открыл явление синхронизации между моторной корой головного мозга и моторными нейронами спинного мозга в момент подготовки двигательного акта [34]. Авторы статьи «Нейросинхронность в моторной системе: что мы узнали на данный момент?» [35], обобщая результаты, полученные после открытия П.Фриса и его коллег, подчеркивают, что синхронизация является неотъемлемой частью нейронного контроля движения.

Команда В.Зингера, предполагая, что эффект когерентной активности, выявленный в зрительной системе кошки, должен проявлять себя и в процессах внимания, провела серию исследований, подтвердивших это предположение. Учитывая, что внимание – ключевой механизм выбора подмножеств сенсорной информации для детальной эффективной обработки и активного подавления отвлекающих сигналов, Паскаль Фрис и его коллеги экспериментально показали, что внимание выборочно синхронизирует ритмические ответы тех нейронов, которые настроены на характерные атрибуты контролируемых сенсорных стимулов [36, 37, 38].

В дальнейшем, желая понять, каким образом эффекты синхронизации проявляются в процессах памяти, ученые обратились к анализу электрической активности клеток гиппокампа и неокортекса – областей мозга, участвующих в сохранении и реактивации следов памяти. Изучались все известные ритмы мозга: колебания нейронных ансамблей на частотах альфа-, бета-, гамма-, тета- и других ритмов, чтобы выяснить, в каких частотных диапазонах происходит фазовая и амплитудно-фазовая синхронизация между группами нейронов, вовлеченных в процессы запоминания и воспроизведения информации. Установлено, что преобладающим ритмом в гиппокампе является тета-ритм (частота колебаний 4-8 Гц). Примечательно, что еще в 1993 г. Джон О'Кифи, первооткрыватель так называемых «нейронов места», показал [39], что нейроны места, локализованные в гиппокампе крыс и отвечающие за пространственную память, синхронизируются друг с другом на частоте тета-ритма. Эта синхронная импульсация усиливает связи между нейронами для координации их деятельности и дает возможность животному запоминать и вспоминать свои перемещения в лабиринте. То есть уже в 1993 г. появились первые свидетельства того, что синхронизация нервных клеток в диапазоне тета-ритма связана с явлениями кодирования и реактивации следов памяти. Отметим, что в 2015 г. Джон О'Кифи совместно с Мей-Бритт Мозер и Эдвардом Мозер были удостоены Нобелевской премии за открытие системы нервных клеток, позволяющих ориентироваться в пространстве.

В настоящее время роль синхронизации активности нейронных ансамблей при решении задач, требующих рабочей (оперативной) и долговременной памяти, описана во множестве работ [40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49]. Изучено влияние «эффекта конгруэнтности» (содержательного сходства разных слов и идей, «семантического родства») на процессы запоминания и ассоциативного извлечения информации из памяти, проанализировано изменение паттернов колебаний в диапазоне тета-ритма при обработке конгруэнтных (аналогичных) элементов информации [50, 51, 52, 53, 54].

Вольфганг Зингер и его коллеги понимали, что для доказательства связи между синхронизацией нейронов и высшими когнитивными функциями необходимо рассмотреть эффекты блокировки этой синхронизации. Если бы удалось показать ухудшение интеллектуальных функций в результате такой блокировки, появились бы весомые доводы в пользу концепции синхронизации. Природа «подбросила» ученым материал для подобных исследований – заболевание, именуемое шизофренией. У лиц, страдающих шизофренией, отмечаются нарушения восприятия характеристик визуальных стимулов, трудности визуальной интеграции элементов в целое, дефицит координации психических процессов, нелогичность мышления и нерелевантность (неадекватность) ассоциаций, отсутствие метакогнитивного контроля. В 2006 г. В.Зингер с сотрудниками опубликовал работу [55], где сообщалось об обнаружении пониженной (ненормальной) фазовой синхронизации у пациентов с шизофренией, которые в эксперименте выполняли задачу гештальт-восприятия – группировки элементов стимула в связанные представления объектов. За несколько лет до этого другая группа ученых получила аналогичные результаты [56, 57]. В 2015 г. Роберт Рейнхарт (Robert Reinhart) и др. показали, что неинвазивная стимуляция постоянным током определенных областей коры мозга пациентов с шизофренией устраняла паттерны аномальной синхронизации – одну из причин «синдрома когнитивного разрыва (разобщенности)», которым страдают эти пациенты [58].

Таким образом, синхронизация удаленных нейронных ансамблей – универсальный механизм, используемый природой для того, чтобы поддерживать эффективную коммуникацию между группами нейронов, т.е. взаимодействие между ними для реализации различных познавательных процессов. Открытие Джека Галланта и его коллег [23] показало, что нейроны семантической памяти разбросаны по всему мозгу. Правило Д.Хебба, описывающее контактное (синаптическое) взаимодействие близко

расположенных нейронов, не способно объяснить коммуникацию между этими разбросанными, дистантно разобщенными семантическими нейронами. А подобная коммуникация необходима для того, чтобы мозг мог ассоциативно связывать разные идеи и образы, то есть выполнять мыслительную операцию аналогии. Без синхронизации удаленных нейронных ансамблей задача такого ассоциативного связывания окажется для мозга неразрешимой задачей.

7. Заключение

В книге «Биология добра и зла» [59] американский нейробиолог Роберт Сапольски (Robert Sapolsky) критически анализирует некоторые гипотезы, сформулированные первооткрывателями системы зеркальных нейронов для того, чтобы объяснить функциональную значимость этих нейронов. В частности, Р.Сапольски отмечает отсутствие экспериментальных доказательств гипотезы Марко Якобони (Marco Jacoboni) о том, что зеркальные нейроны являются нейробиологической основой чувства эмпатии (сопереживания, сочувствия, понимания). Р.Сапольски также не находит подтверждений для предположения В.Рамачандрана (Vilayanur Ramachandran) о том, что зеркальные нейроны, будучи «нейронами эмпатии», сформировали нашу культуру и цивилизацию. Кроме того, специалисты отмечают, что зеркальных клеток в мозге очень мало [60], что явно контрастирует с той ролью, которую им отводят В.Рамачандран и его сторонники.

В нашей работе [1] представлено более тысячи научных открытий, возникших на базе аналогии – мыслительной операции, постоянно выполняемой нашим мозгом для получения новых знаний из того, что уже известно. Без научных открытий, сделанных при помощи аналогии такими выдающимися учеными, как Галилей, Кеплер, Ньютон, Лаплас, Максвелл и т.д., действительно, нельзя представить науку и цивилизацию. Это говорит о том, что наша цивилизация сформирована не зеркальными нейронами,

открытыми Д.Риццолатти, М.Якобони и их коллегами, а нейронами аналогии. Нейроны аналогии, т.е. нейроны памяти, возбуждающиеся при ассоциативном связывании разных пластов информации, - это и есть то, что позволяет нам постоянно выдвигать новые идеи. Идеи, которые обогащают сокровищницу человеческих знаний, умножают технологические и научные достижения нашей цивилизации.

Литература:

1. Новиков Н.Б. 1000 аналогий, изменивших науку. – М.: ИП РАН, 2010. – 878 с.
2. Ковда Е. Теория метафор. О том, почему люди – прирожденные поэты, а не рациональные потребители // Интернет-издание «Частный корреспондент», 23.07.2015 г.
3. Hauser M.D., Chomsky N., Fitch W.T. The faculty of language: what is it, who has it, and how did it evolve? // Science. – 2002. – Vol.298 (5598). – P.1569-1579.
4. Бикертон Д. Язык Адама: как люди создали язык, как язык создал людей. – М.: «Языки славянских культур», 2012. – 336 с.
5. Бурлак С.А. Происхождение языка: факты, исследования, гипотезы. – М.: CORPUS, 2011. – 462 с.
6. Куль П. Детский лепет // В мире науки. – 2016. - № 1-2. – С.148-154.
7. Кокс Т. Зачем мы говорим. История речи от неандертальцев до искусственного интеллекта. – М.: «Колибри», 2020. – 384 с.
8. Саскинд Д., Левинтер-Саскинд Л., Саскинд Б. Тридцать миллионов слов. Развиваем мозг малыша, просто беседуя с ним. – М.: «Манн, Иванов и Фербер», 2018. – 288 с.
9. Деан С. Как мы учимся. Почему мозг учится лучше, чем любая машина. – М.: «Эксмо», 2021. – 352 с.
10. Ибботсон П., Томаселло М. Язык в новом ключе // В мире науки. – 2017. - № 3. – С.102-109.

11. Лакофф Дж., Джонсон М. Метафоры, которыми мы живем. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 256 с.
12. Пауль Г. Принципы истории языка. – М.: изд-во иностранной литературы, 1960. – 499 с.
13. Соссюр Ф. Труды по языкознанию. – М.: «Прогресс», 1977. – 695 с.
14. Сохин Ф.А. Начальные этапы овладения ребенком грамматическим строем языка // Диссертация на соискание ученой степени кандидата психологических наук. – М.: МГУ, 1955.
15. Гвоздев А.Н. Вопросы изучения детской речи. – М.: изд-во Академии педагогических наук РСФСР, 1961. – 471 с.
16. Гвоздев А.Н. От первых слов до первого класса. Дневник научных наблюдений. – М.: «КомКнига», 2005. – 320 с.
17. Цейтлин С.Н. Вопросы изучения детской речи в трудах А.Н.Гвоздева // Русский язык в школе. – 2007. - № 6. – С.47-51.
18. Цейтлин С.Н. Язык и ребенок. Лингвистика детской речи. – М.: «Владос», 2000. – 240 с.
19. Цейтлин С.Н. Очерки по словообразованию и формообразованию в детской речи. – М.: «Знак», 2009. – 592 с.
20. Кубрякова Е.С. Размышления об аналогии // сборник «Сущность, развитие и функции языка». – М.: «Наука», 1987. – С.43-51.
21. Кубрякова Е.С. Роль аналогии в порождении новых производных слов // сборник «Новые явления в славянском словообразовании: система и функционирование». – М.: «Макс Пресс», 2010. – С.14-24.
22. Бехтерева Н.П. Магия мозга и лабиринты жизни. – М.: «АСТ», 2007. – 383 с.
23. Huth A.G., De Heer W.A., Griffiths T.L., Theunissen F.E., Gallant J.L. Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex // Nature. – 2016. – Vol.532. – P.453–458.

24. Levelt W.J.M. Spoken word production: A theory of lexical access // PNAS. - 2001. - Vol.98 (23). - P.13464-13471.
25. Ливанов М.Н. Избранные труды. Пространственно-временная организация потенциалов и системная деятельность головного мозга. – М.: «Наука», 1989. – 400 с.
26. Gray C.M., Konig P., Engel A.K., Singer W. Oscillatory responses in cat visual cortex exhibit inter-columnar synchronization which reflects global stimulus properties // Nature. – 1989. - Vol.338 (6213). - P.334-337.
27. Борисюк Г.Н., Борисюк Р.М., Казанович Я.Б. и др. Осцилляторные нейронные сети. Математические результаты и приложения // Математическое моделирование. – 1992. - Том 4. - № 1. - С.3-43.
28. Абарбанель Г.Д., Рабинович М.И., Селверстон А. и др. Синхронизация в нейронных ансамблях // Успехи физических наук. – 1996. - Том 166. - № 4. - С.363-390.
29. Laurent G., Wehr M., Davidowitz H. Temporal representations of odors in an olfactory network // Journal of Neuroscience. – 1996. - Vol.16 (12). - P.3837-3847.
30. Laurent G. Olfactory network dynamics and the coding of multidimensional signals // Nature Reviews Neuroscience. – 2002. – Vol.3. – P.884–895.
31. Friedrich R.W., Habermann C.J., Laurent G. Multiplexing using synchrony in the zebrafish olfactory bulb // Nature Neuroscience. – 2004. – Vol.7. – P.862–871.
32. Yang A.I., Dikeçligil G.N., Jiang H. [...] Lucas T.H., Gottfried J.A. The what and when of olfactory working memory in humans // Current Biology. – 2021. - Vol.31 (20). - P.4499-4511.
33. Brovelli A., Ding M., Ledberg A. [...] Nakamura R., Bressler S.L. Beta oscillations in a large-scale sensorimotor cortical network: directional influences revealed by Granger causality // PNAS. – 2004. - Vol.101 (26). - P.9849-9854.
34. Schoffelen J.-M., Oostenveld R., Fries P. Neuronal coherence as a mechanism of effective corticospinal interaction // Science. – 2005. - Vol.308 (5718). - P.111-113.

35. Van Wijk B.C., Beek P.J., Daffertshofer A. Neural synchrony within the motor system: what have we learned so far? // *Frontiers in Human Neuroscience*. – 2012. - Vol.6. - P.252.
36. Fries P., Reynolds J.H., Rorie A.E., Desimone R. Modulation of oscillatory neuronal synchronization by selective visual attention // *Science*. – 2001. - Vol.291 (5508). - P.1560-1563.
37. Womelsdorf T., Fries P. The role of neuronal synchronization in selective attention // *Current Opinion in Neurobiology*. – 2007. - Vol.17 (2). - P.154-160.
38. Fries P., Womelsdorf T., Oostenveld R., Desimone R. The effects of visual stimulation and selective visual attention on rhythmic neuronal synchronization in macaque area V4 // *Journal of Neuroscience*. – 2008. - Vol.28 (18). - P.4823-4835.
39. O’Keefe J., Recce M.L. Phase relationship between hippocampal place units and the EEG theta rhythm // *Hippocampus*. – 1993. - Vol.3 (3). - P.317-330.
40. Rodet L., Tiberghien G. Towards a dynamic model of associative semantic memory // *Journal of Biological Systems*. – 1994. - Vol. 2 (3). - P.401-411.
41. Sauseng P., Klimesch W., Heise K.F., Gruber W.R. [...] Hummel F.C. Brain oscillatory substrates of visual short-term memory capacity // *Current Biology*. – 2009. - Vol.19 (21). - P.1846-1852.
42. Fell J., Axmacher N. The role of phase synchronization in memory processes // *Nature Reviews Neuroscience*. – 2011. - Vol.12. - P.105–118.
43. Itthipuripat S., Wessel J.R., Aron A.R. Frontal theta is a signature of successful working memory manipulation // *Experimental Brain Research*. – 2013. - Vol.224 (2). - P.255-262.
44. Lee G.-T., Lee C., Kim K.H., Jung K.-Y. Regional and inter-regional theta oscillation during episodic novelty processing // *Brain and Cognition*. – 2014. - № 90. - P.70-75.
45. Fuentemilla L., Barnes G.R., Duzel E., Levine B. Theta oscillations orchestrate medial temporal lobe and neocortex in remembering autobiographical memories // *NeuroImage*. – 2014. – Vol.85 (2). – P.730–737.

46. Herweg N.A. et al. Theta-Alpha oscillations bind the hippocampus, prefrontal cortex, and striatum during recollection: evidence from simultaneous EEG–fMRI // *Journal of Neuroscience*. – 2016. – Vol.36 (12). – P.3579-3587.
47. Clouter A., Shapiro K.L., Hanslmayr S. Theta phase synchronization is the glue that binds human associative memory // *Current Biology*. – 2017. - Vol.27 (20). - P.3143-3148.
48. Koster M., Finger H., Graetz S., Kater M., Gruber T. Theta-gamma coupling binds visual perceptual features in an associative memory task // *Scientific Reports*. – 2018. – Vol.8. - № 17688.
49. Reinhart R.M.G., Nguyen J.A. Working memory revived in older adults by synchronizing rhythmic brain circuits // *Nature Neuroscience*. – 2019. - Vol.22. - P.820–827.
50. Crespo-Garcia M., Cantero J.L., Pomyalov A., Boccaletti S., Atienza M. Functional neural networks underlying semantic encoding of associative memories // *NeuroImage*. – 2010. - № 50. – P.1258-1270.
51. Atienza M., Crespo-Garcia M., Cantero J.L. Semantic congruence enhances memory of episodic associations: role of theta oscillations // *Journal of Cognitive Neuroscience*. – 2011. – Vol.23 (1). – P.75–90.
52. Crespo-Garcia M., Cantero J.L., Atienza M. Effects of semantic relatedness on age-related associative memory deficits: the role of theta oscillations // *NeuroImage*. – 2012. - № 61. – P.1235-1248.
53. Packard P.A. et al. Semantic congruence accelerates the onset of the neural signals of successful memory encoding // *Journal of Neuroscience*. – 2017. – Vol.37 (2). – P.291-301.
54. Packard P.A., Steiger T.K., Fuentemilla L., Bunzeck N. Neural oscillations and event-related potentials reveal how semantic congruence drives long-term memory in both young and older humans // *Scientific Reports*. – 2020. – Vol.10. - № 9116.

55. Uhlhaas P.J., Linden D.E.J., Singer W. [...] Rodriguez E. Dysfunctional Long-Range coordination of neural activity during gestalt perception in schizophrenia // Journal of Neuroscience. – 2006. - Vol.26 (31). - P.8168-8175.
56. Spencer K.M., Nestor P.G. [...] McCarley R.W. Abnormal neural synchrony in schizophrenia // Journal of Neuroscience. – 2003. - Vol.23 (19). - P.7407-7411.
57. Spencer K.M., Nestor P.G., Perlmutter R. [...] McCarley R.W. Neural synchrony indexes disordered perception and cognition in schizophrenia // PNAS. – 2004. - Vol.101 (49). - P.17288-17293.
58. Reinhart R.M., Zhu J., Park S., Woodman G.F. Synchronizing theta oscillations with direct-current stimulation strengthens adaptive control in the human brain // PNAS. – 2015. - Vol.112 (30). - P.9448-9453.
59. Биология добра и зла. Как наука объясняет наши поступки. – М.: «Альпина нон-фикшн», 2019. – 766 с.
60. Базян А.С. Зеркальные нейроны. Физиологическая роль, особенности функционирования и эмоционально насыщенная когнитивная карта мозга // Успехи физиологических наук. – 2019. – Том 50. - № 2. – С.42-62.