Белов В. А. Семантические исследования организации и функционирования ментального лексикона / В. А. Белов // Научный диалог. — 2020. — № 8. — С. 29—51. — DOI: 10.24224/2227-1295-2020-8-29-51.

Belov, V. A. (2020). Semantic Studies of Organisation and Functioning of Mental Lexicon. *Nauchnyi dialog, 8:* 29-51. DOI: 10.24224/2227-1295-2020-8-29-51. (In Russ.).

УДК 81'37
DOI: 10.24224/2227-1295-2020-8-29-51

Семантические исследования организации и функционирования ментального лексикона[1]

© **Белов Вадим Алексеевич (2020),** orcid.org/0000-0002-4173-2000, кандидат филологических наук, старший научный сотрудник кафедры германской филологии и межкультурных коммуникаций, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Череповецкий государственный университет» (Череповец, Россия), belov.vadim.a@gmail.com.

В обзорной статье рассматриваются ключевые проблемы семантической организации ментального лексикона. Он понимается как динамическая, когнитивно организованная семантическая сеть лексических единиц. В работе представлена характеристика основных моделей семантической организации ментального лексикона, выделены преимущества и недостатки каждого подхода. Отмечается, что в настоящее время наиболее активно развиваются коннекционистские модели. Среди них выделены следующие: сеть малого мира, которая рассматривает определенный фрагмент лексикона; тезаурусные модели, объединяющие все единицы лексикона; и вычислительно-дистрибутивные модели, выстраивающие взаимоотношения между большим количеством единиц на основе корпусных данных о совместном употреблении. Анализируются источники получения сведений об организации ментального лексикона, среди которых ведущее положение занимают результаты ассоциативных экспериментов и прайминга. Выявлено, что проводятся также исследования интуитивных оценок испытуемыми сходства слов, осуществляется анализ непреднамеренных речевых ошибок, применяются нейропсихологические технологии для изучения ментального лексикона. Отдельно обсуждается проблема семантических отношений в ментальном лексиконе, для описания которых применяется «пространственная» метафора: семантическая близость рассматривается как расстояние или вектор.

Ключевые слова: ментальный лексикон; значение слова; семантическая близость; семантические связи.

1. Введение

В современных исследованиях ментальный лексикон (далее — МЛ), то есть внутренний словарь человека, понимается как сложноорганизованная сеть (network).

1 Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 19-112-50367 «Семантические исследования организации и функционирования ментального лексикона».

Для современной лингвистики характерно усиление лексикализма, согласно которому лексикон является центром языковой способности человека. Этот подход постепенно сменяет генеративную парадигму, где доминирующая роль отводится грамматике. Рост количества работ по МЛ также связан с расширением исследовательского инструментария.

Активный исследовательский интерес привел к появлению разнообразных моделей МЛ, которые по-разному описывают, как в нем хранятся и функционируют слова. Отличия МЛ от обычного словаря касаются содержания, принципов организации и механизмов поиска. Так, слова в большинстве бумажных словарей организованы по алфавиту, а в МЛ они могут быть структурированы на основе множества принципов, в том числе фонетических, семантических и ассоциативных [Aitchison, 2012], благодаря чему поиск слова в МЛ осуществляется предельно быстро. При этом МЛ хранит значительно больше информации о слове, чем любой печатный словарь. Наконец, МЛ — чрезвычайно динамичная сеть.

В ментальном лексиконе представлены фонологические, морфологические, семантические подсистемы (сети). Настоящая работа посвящена описанию зарубежных исследований семантической организации МЛ, центральным объектом которой является семантическая сеть (семантический компонент лексикона или семантическая память), где хранится информация о семантических категориях и значении слов [McRae et al., 2013].

2. Модели семантической организации ментального лексикона

В когнитивных науках разработано достаточно большое количество подходов к пониманию МЛ. Один из первых принадлежит британскому ученому Дж. Мортону [Morton, 1982], им предложена логогенная модель, основная идея которой заключается в том, что у каждого слова в МЛ есть логоген — целостное образование, включающее в себя фонетическую и вероятностную информацию о слове. Достоинством модели является учет информации о частотности и вероятности появления единицы в определенных типах текста; представленные свойства в большей степени ориентированы на восприятие речи. У высокочастотных слов ниже порог распознавания. Однако эта модель не согласуется с полученными эмпирическими данными о восприятии речи, к тому же она не разграничивает устную и письменную речь.

На основе другого подхода разработана когортная модель, которая базируется на механизме постепенного подбора кандидатов, подходящих по фонетическим признакам. Этот подход реализует, в частности, американский нейробиолог У. Марслен-Уилсон [Marslen-Wilson, 1999]. Процесс

распознавания языковой единицы предполагает существование «точки уникальности», которая отличает конкретное слово от других представителей когорты. В работе британского исследователя Д. Синглтона [Singleton, 1999] механизм модели иллюстрируется на примере слова *elephant* [‘elifənt]: его когорта включает в себя слова с начальным фонетическим компонентом [‘eli]: *elevate*, *element*. Точкой уникальности для этого примера является звук [f] в слове *elephant*, так как другие слова когорты его не имеют. Как показали экспериментальные исследования [Wurm et al., 2006], время восприятия слова меньше, если точка уникальности находится в его начале. Также учитывается влияние на распознавание контекстуального содержания: члены когорты, которые не подходят по смыслу, отбрасываются. Критические замечания, высказанные в работе [Aitchison, 2012], связаны с тем, что, во-первых, в модели происходит активация большего количества слов, что тормозит распознавание речи; во-вторых, носитель языка использует всю возможную информацию, чтобы распознать слово быстро; в-третьих, модель не учитывает случаев, когда начало слово было произнесено искаженно.

Следующий подход породил модель серийного поиска, предложенную американским ученым К. Форстером [Forster, 2006], который использует аналогию с поиском в библиотеке. Когда нужно найти книгу, человек обладает частью информации о ней (знает, например, название или автора), поэтому ищет отсутствующие сведения в каталоге и после приступает к поиску самой книги. При поиске слова в МЛ носитель языка поступает аналогичным образом: он исходит из имеющейся в ситуации информации и запускает поиск в «каталоге». Механизм поиска предполагает переход с одного уровня (например, фонетического) на другой. Критика модели связана с тем, что она предполагает автономный процесс обработки первоначальной сенсорной информации без влияния контекста и не учитывает неязыковые факторы.

В модели В. Левельта, голландского психолингвиста, директора-основателя Института психолингвистики Макса Планка, в МЛ соединяются лексика, грамматика и фонетика [Levelt, 1989]. Механизм функционирования лексикона включает два основных компонента: декларативный компонент («знания что»), включающий в себя знания о фактах, и процессуальный компонент («знания как») с информацией о языковых действиях. Декларативный компонент содержит информацию о мире, ситуативные и дискурсивные знания о подходящем стиле и жанре. Процессуальный компонент содержит процедуры порождения и восприятия речи. Подход способствовал развитию коннекционистских моделей, так как МЛ в их

рамках рассматривается как посредник между лексической и грамматической информацией. Однако данная модель ориентирована прежде всего на порождение речи, также вызывает вопросы автономность указанных типов информации [Singleton, 1999].

В генеративной лингвистике предполагается, что существует языковой модуль, который функционирует независимо от других условий. За человеческий язык, по мнению американского философа и когнитивного лингвиста Дж. Фодора, отвечает отдельный модуль, локализованный в определенной области мозга [Fodor, 1983], хотя существуют связи между модулями. МЛ представляет собой граф, где лексические единицы являются узлами, связанными с другими узлами сети. У связанных узлов ниже порог возбуждения, поэтому требуется меньше времени для их активации. Контекстуальная информация не играет решающей роли в работе модуля и активируется только после завершения функционирования языкового модуля. Критика модели связана с ограниченным участием семантической и прагматической информации.

Модулярную модель развил американский лингвист, занимающийся одновременно генеративной и когнитивной лингвистикой, Р. Джекендофф [Jackendoff, 2000], который особую роль отводил посредническим модулям. Он выделил два типа: интегративные модули (отвечают за связь уровней представления) и интерфейсные модули (осуществляют обработку информации). Восприятие начинается с обработки слуховой информации с помощью интерфейса специального модуля, далее информация передается в интегративные модули для создания семантического и синтаксического представления.

Несмотря на критику модулярного подхода, его сторонники находят новые аргументы в поддержку идеи об отдельности лексикона, который хранит значения слов и слабо связан с грамматическими правилами. Так, изучение нейрогенеративных расстройств показало, что за лексикон и грамматику отвечают разные участки мозга. Доказательством этого является тот факт, что люди, страдающие болезнью Альцгеймера, при употреблении английских неправильных глаголов допускают значительно больше ошибок, чем при использовании правильных глаголов; напротив, пациенты с болезнью Паркинсона чаще допускают ошибки с правильными глаголами [Ullman et al., 1997]. Похожие выводы были получены в ходе работы с пациентами, имеющими разные типы афазии [Ullman et al., 2005]. Обсуждаемые модели предполагают существование нескольких типов лексикона (лексического, грамматического и фонологического). Достоинством модулярного подхода является возможность объяснения спецификации определенных участков

мозга. Вместе с тем большинство эмпирических исследований опровергает модульную организацию когнитивных функций.

Коннекционистские (параллельные) модели, разработанные в рамках одноименного подхода, предполагают протекание нескольких процессов одновременно: разные части информации обрабатываются в одно и то же время (параллельно), на различных уровнях, независимо друг от друга. Процессы обработки языковой информации предполагают высокую степень интерактивности, в том числе за счет взаимодействия фонетической и семантической информации. Процессы обработки и поиска информации не сконцентрированы в отдельном модуле, а распределены по нейронной (семантической) сети. МЛ интегрирует разные типы информации. Например, в интерактивной модели активации (The Interactive Activation Model), предложенной американскими учеными Дж. Мак-Клелландом и Д. Румельхартом [McClelland et al., 1981], Trace [McClelland et al., 1986], и модели шортлиста (Shortlist Model) [Norris, 1994] описывается процесс восприятия, все уровни которого функционируют параллельно и взаимодействуют друг с другом.

Для описания функционирования лексикона используется метафора мозга: семантическая организация ментального лексикона изоморфна физиологическому строению мозга. Структуры мозга объединены синаптическими связями, которые определяют активацию слов. Мозговые сигналы могут быть возбуждающими и тормозящими, а распространение активации является двунаправленным («вперед» и «назад»). Обучение представляет собой укрепление определенных ассоциаций. Коннекционистский подход получил признание благодаря эмпирическим данным о семантической организации мозга. Так, с физиологической точки зрения не существует четкой привязанности сложных языковых функций к определенным участкам мозга. При этом данная модель противоречит серийной и модульной моделям лексикона, где операции представляются осуществляемыми последовательно друг за другом. К коннекционистским моделям можно также отнести интегративные подходы и модели, отрицающие существование лексикона.

Интегративные модели лексикона используют достижения разных (иногда противоречащих друг другу) моделей. Это возможно потому, что МЛ — сложная сеть, которая может работать на основе различных механизмов. Информация в лексиконе может дублироваться, храниться в нескольких местах, как отмечает в своем труде британский ученый П. Скехан [Skehan, 1998]. В работе другой английской исследовательницы в области языка и коммуникации Э. Рэй [Wray, 2002] предложена двоичная модель, в рамках которой языковые процессы функционируют целостно и анали-

тически одновременно. В МЛ хранятся как сочетания слов (идиомы, текстовые фрагменты) целостно, так и компоненты по отдельности. Модель отвергает принцип экономии хранения информации.

Высказывается также точка зрения, отрицающая существование МЛ. Подобные модели развиваются в рамках коннекционистского подхода к МЛ: вся информация разных уровней интегрируется и взаимодействует в одной сети. Согласно концепции итальянского ученого А. Карамацца [Caramazza, 1996], МЛ не включает фонологическую и семантическую информацию, но он интегрирует эти сведения, поэтому МЛ является интерфейсом этих уровней. Семантические узлы (node) напрямую связаны с орфографической, фонетической информацией и синтаксическими признаками. В работе [McClelland et al., 1989] обосновывается, что лексическое представление не хранится в лексиконе в определенном месте, информация распределена по сети, поэтому возможна активация информации различного уровня в сети. Дж. Эванс рассматривает слова как стимулы, действующие на психическое состояние (mental states) человека и «вызывающие» значение. Он выступает против общепринятого взгляда на МЛ, который, развиваясь под влиянием словарной метафоры, предполагает, что слово как единица лексикона обладает набором семантических, синтаксических и фонетических свойств [Elman, 2004]. Слово функционирует как стимул (ключ), который активирует определенные связи и узлы. МЛ — динамическая сеть, а значения слов определяются контекстом. Такая модель подтверждается исследованиями, которые показывают, что лексические представления включают большое количество информации — семантической, синтаксической, прагматической, событийной, внеязыковой.

Для коннекционистских подходов характерно признание того, что МЛ, как уже говорилось выше, интегрирует информацию разного уровня; подобные подходы вызваны усилением лексикализма в лингвистике.

Среди современных моделей, разработка которых начата еще в 1980-х годах, можно выделить модель сети малого мира (the Small World Network), рассматривающую семантические отношения в отдельных участках лексикона: в парах, отдельных категориях (семантических полях, синонимических отношениях и пр.) (см., например, [McRae et al., 2005]). Модель представляет МЛ как сеть, которая состоит из множества субкластеров, объединенных связями.

Идея модели высказана в работе [Collins et al., 1969], где лексикон рассматривается как иерархически организованная система, подобная дереву. Такая структура характерна для определенной части лексики (например, для названий животных), представляющей небольшой фрагмент действи-

тельности (см. работы [Collins et al., 1969; Sloman, 1998]). Ассоциативные эксперименты показывают, что крупномасштабные фрагменты в меньшей степени структурированы [Anderson, 2000]. Согласно этой модели небольшое количество слов объединены сильной связью, а семантические расстояния между ними короткие [Watts et al., 1998]. При этом ассоциативные и семантические связи выходят за пределы ограниченного фрагмента действительности. Например, по данным Русского ассоциативного словаря, большая часть связей слова *лошадь* сформирована в рамках одного семантического поля «названия животных»: *конь, корова, кобыла* и пр. Однако на стимул представлены реакции другого семантического поля: *телега, карета* — ‘название средств передвижения’. В этой модели подробно описывается, как новое понятие встраивается в существующую систему. Новые единицы, обладающие большим количеством отличий от существующих понятий и имеющие большое количество связей, лучше закрепляются в языке [Steyversa et al., 2005a]. Поясним это на примере синонимических рядов, которые представляют определенный фрагмент действительности. Неологизмы в процессе адаптации приобретают семантические отличия и входят в существующие синонимические ряды, занимая субдоминантное положение. Например, англицизм *паркинг* приобрел семантические отличия от существующих синонимов *стоянка, парковка*, которые связаны с обозначением здания или части здания для временного хранения транспорта. Существующие синонимы оказываются шире по значению.

Таким образом, модель малого мира позволяет описать организацию семантических отношений в пределах отдельного фрагмента действительности; реализация модели может быть выражена в представлении организации семантического поля, лексико-семантической группы, синонимического ряда. Однако она не способна дать целостное описание лексикона со всеми существующими связями.

Преимуществом «тезаурусных» моделей МЛ являются комплексность и способность охватить весь лексикон. Значение слова представляется как набор определенных связей, который не предполагает наличие толкования; такой подход к значению противопоставлен металингвистическому (компонентному) подходу, который требует использования семантически простых компонентов для толкования лексем. Среди подобных проектов наиболее распространенный — проект «WordNet», предложенный коллективом под руководством Дж. Миллера, американского психолога, основоположника когнитивной психологии. Цель проекта — создать лексическую систему английского языка в соответствии с психолингвистическими представлениями об организации человеческой памяти

[Miller et al., 1988]. Для многих языков были сделаны аналоги WordNet. К сожалению, только небольшая часть лексики изучена с психолингвистической точки зрения, что создает определенные проблемы для разработчиков. В основу архитектуры системы положены результаты ассоциативных экспериментов, поэтому значение представляется ассоциативно через наиболее значимые для носителя языка семантические отношения: синонимию, гипонимию, гиперонимию, меронимию.

Базовым типом отношений в WordNet является синонимия; синонимы объединены в синсеты (synsets), каждый из которых представляет один концепт. Многозначные слова входят в несколько синсетов. Синсеты связаны между собой парадигматическими отношениями, характер которых зависит от принадлежности к части речи. Существительные и глаголы организованы иерархически, а прилагательные — неиерархически. Иерархичность существительных обеспечивается гипонимическими / гиперонимическими, меронимическими отношениями, поэтому все существительные входят в определенный класс. В качестве наиболее общих названий выбрано 25 категорий — «Животные», «Отношения», «Вещество» и др. Иерархическая организация основана на наличии общих признаков в значении.

К недостаткам WordNet можно отнести возможную оторванность модели от эмпирических данных: как показано в [Deyne et al., 2016a], реальный лексикон организован по иным принципам. Критические замечания также связаны с тем, что не все существующие семантические отношения отображены в WordNet. Обоснование выбора типа отношений для базы данных вызывает вопросы у критиков [Murphy, 2002]. Представленная структура по сути повторяет известные в традиционной лингвистике отношения. Так, ассоциативно значимыми оказываются связи между словами *ракетка, мяч, сетка*, но они не отображаются в WordNet. Еще одна проблема WordNet заключается в том, что система не различает отношения между словами и отдельными значениями (лексико-семантическими вариантами).

С развитием информационных систем распространение получает направление, использующее достижения вычислительных технологий и анализирующее большие корпуса. В рамках такого направления семантические связи устанавливаются с помощью регистрации употреблений слова в одинаковых и схожих контекстах. Наиболее известная модель в этом направлении, разрабатываемая такими учеными, как Т. Ландауэр, С. Дирвестер, Т. Роджерс, называется скрытый семантический анализ (Latent semantic analysis) [Landauer et al., 1997]. В этом случае с помощью анализа контекстуальной информации выявляется организация семантической памяти (семантического пространства) с учетом связей между

лексическими единицами [Rogers, 2010]. Данный подход использует способ получения информации о контекстной заменяемости слов в большом количестве текстов, который позволяет создать вычислительную модель для выявления латентных связей между словами. Этот метод применяется при индексации документов, поиска важной информации и ключевых слов [Deerwester et al., 1990]. Языковая обоснованность подхода связана с тем, что он отражает прочитанное и услышанное человеком и показывает, как под влиянием языкового окружения формируются семантические связи слов [Landauer et al., 1997].

Возможны два подхода к определению семантической связанности: во-первых, установление контекстов, где слова могут употребляться вместе; во-вторых, поиск одинаковых контекстов, в которых слова употребляются (при этом слова сами слова могут не употребляться вместе). Так, слова *утконос, опоссум, сумчатые, млекопитающее* оказываются семантически связанными, потому что встречаются в одинаковых контекстах.

Модель успешно работает с полисемией и синонимией. Благодаря анализу контекстов, характерных для реализации определенного значения, можно понять, какое значение многозначного слова представлено в тексте. Подход выявляет контексты, где преимущественно употребляется определенный синоним. Также с помощью этого подхода анализируются разные типы ассоциативных связей (см. работу [Budanitsky et al., 2001; Turney, 2001]). Так, модель позволяет установить различия между словами, которые связаны семантически и ассоциативно (semantically associated) (*пчела — мед*), и словами, которые семантически похожи (semantically similar) (*лошадь — пони*).

Критика подхода связана с тем, что семантически связанные слова (которые активируются в лексиконе совместно) могут не употребляться вместе в контексте [Deyne et al., 2016]. Полученные связи часто не отображают ассоциативные связи, регистрируемые в ходе ассоциативных экспериментов [Deyne et al., 2015]. Например, наиболее частотной ассоциативной реакцией на стимул *банан* оказывается слово *вкусный* (по данным Русского ассоциативного словаря), однако эти слова редко встречаются в одинаковых контекстах: в Национальном корпусе русского языка отмечается только 1 пример. Также ассоциативные связи могут быть вызваны неязыковыми причинами: социально значимым событием или прецедентным текстом, однако это не регистрируется в подобных моделях.

Одна из самых авторитетных моделей МЛ — модель распространяющейся активации (spreading activation), которая концентрируется на проблеме семантического расстояния. Сегодня изуче-

нием модели занимаются ученые в разных странах, в том числе США, Испании, Австралии. В работе американского когнитивиста А. Коллинза [Collins et al., 1969] показано, что активация одного слова приводит к активизации связанных слов. Слова в семантической памяти организованы на основании сходства их значения: чем оно больше, тем более тесно они связаны [Borge-Holthoefer et al., 2010]. Связи между словами различаются силой, что выражается в скорости активации соседнего узла. Сила связи определяется частотой реакций испытуемых на определенный стимул в условиях ассоциативного эксперимента. Сильная связь фиксируется у ассоциатов, которые являются наиболее распространенными реакциями на стимул. Модель объясняет эффект прайминга (см. ниже). Она рассматривает отношения между словами со слабой семантической связью, не имеющими между собой прямых связей [Deyne et al., 2016]. Для представления связей слов используются графы, каждый из которых представляет слово или кластер слов.

3. Источники данных о семантической организации МЛ

Теоретические подходы к МЛ часто определяются имеющимися источниками сведений о семантической организации ментального лексикона. Обобщая разные подходы, можно выделить несколько ключевых источников: результаты ассоциативных экспериментов, прайминга, анализ языковых ошибок, интуитивные представления носителей языка о семантической близости слов, данные о контекстуальном употреблении слов и нейролингвистические исследования.

Большое количество работ опирается на результаты ассоциативных экспериментов и прайминга. Ассоциативные связи являются прямым способом получения информации об организации семантических связей, психических процессов в МЛ [Nelson et al., 2004; Mollin, 2009]. Прежде всего, анализ ассоциативных связей слов показывает, что МЛ представляет собой сеть, содержащую узлы, кластеры. В развитии и расширении ассоциативной сети особую роль играют частотность и время освоения понятия [Steyvers et al., 2005a].

Существует дискуссия, какие виды отношений в лексиконе представляют ассоциативные реакции. В большинстве исследований доказывается, что доминирующий тип связей, которые представляют ассоциативные реакции, — тематические [Deyne et al., 2008]. Ассоциативно связанными оказываются разные типы семантических отношений: синонимические, тематические, таксонимические, контекстуальные отношения и другие. Ассоциативные связи вызваны несколькими причинами: во-первых, принадлежностью к одной семантической категории (семантическому полю,

синонимии; примером в русском языке может стать пара *автомобиль — поезд*), во-вторых, встречаемостью в общем контексте (ситуации) (например, в русском языке *автомобиль — дорога*), в-третьих, причинно-следственными связями (*огонь — курение*), в-четвертых, инструментальными отношениями (*метла — пол*) [Borge-Holthoefer et al., 2010].

Еще одна обсуждаемая проблема касается определения наиболее распространенных реакций в ассоциативном эксперименте. Первоначально учитывались только первые, наиболее частотные реакции (primary response) на стимул. Например, на стимул *судьба* наиболее частотной реакцией оказывается слово *человек* (по данным Русского ассоциативного словаря). Однако другие реакции *рок, жизнь, злодейка, неизбежность* также интересны для семантического анализа и позволяют построить сеть связей слов в лексиконе. Их характер зависит от индивидуальных особенностей носителя языка.

Метод прайминга используют для определения семантического расстояния в лексиконе, он показывает зависимость скорости и точности реакции от предшествующего контекста и стимула [Jones et al., 2012]. Испытуемый получает задание определить, является ли предъявленная ему цепочка букв (звуков) реальным словом. При этом перед предъявлением основного стимула, который называется целью (target word), участнику эксперимента предлагается прайминг (prime word). Например, после предъявления прайминга *лошадь* испытуемый значительно быстрее узнает целевые слова — синонимы (*кляча*) и семантически связанные слова (*кобыла, мерин*). Степень семантической и ассоциативной связи прайминга и цели определяет скорость реакции испытуемого, таким образом, эффект прайминга коррелирует с семантическим расстоянием между стимулами [Lerner et al., 2014]. В современных исследованиях в качестве прайминга выступает не только отдельное слово, но и целые высказывания (см., например, [Camblin et al., 2007]).

Для исследования может использоваться оценка семантической близости слов носителями языка. Такая методика применяется в работе [Deyne et al., 2016], где испытуемым предъявлялись три слова и предлагалось задание указать, какие два слова наиболее связаны. Носители языка имеют интуитивную систему сравнения, которая позволяет определить семантическую общность значений слов. Результаты исследования показали высокую степень согласия в выборе связанных пар, что подтверждает наличие подобной интуитивной способности у носителя языка.

Обращение к интуиции осуществляется также в проекте признакового описания семантической общности (Feature Production

Norms description), который опирается на результаты эксперимента с носителями языка [McRae et al., 2005] и направлен на выявление типичных, устойчивых признаков («норм») слов. В ходе эксперимента испытуемым предъявляли слова и просили их сообщить признаки, которые оказываются важными для слова. Полученные признаки могут касаться цвета, строения, нахождения, способа использования, носителя действия и др. Например, для стимула *лось* даны реакции: *большой; имеет рога; на него охотятся люди; животное*. Полученные реакции рассматриваются как нормы, потому что такие характеристики систематически сопровождают эти слова.

Большинство признаков являются дифференцирующими, позволяющими различать слова, так как они занимают привилегированное положение в семантической памяти [Cree et al., 2003]. Сравнение набора признаков понятий позволяет рассчитать семантическую близость слов: семантически близкие слова имеют схожий набор признаков.

По сравнению с ассоциативными нормами, которые представляют разные типы отношений, признаковые нормы ориентированы на семантические отношения. Так, на стимул *мышь* наиболее частотной ассоциативной реакцией является *сыр*; при этом стимул и реакция не имеют общих признаков.

Непреднамеренные речевые ошибки (slips of the tongue; speech errors) стали предметом лингвистического анализа еще в XIX веке. Речевая ошибка — «непреднамеренное, непривычное отклонение от плана речи» [Dell, 1986, с. 284]; подобная ошибка должна быть устранена, то есть говорящий в других условиях может заметить ее и исправить [Poulisse, 1999]. Анализ речевых ошибок может стать базой для построения и проверки гипотез об организации МЛ. На основе анализа ошибок создана модель В. Левельта.

В результате ошибки происходит словесная замена, когда вместо нужного слова используется другое или слово с определенными искажениями. Замена состоит из слова-ошибки (которое было использовано говорящим) и слова-цели (которое хотел сказать говорящий). Среди типов ошибок можно выделить замены (например, **гам гитары* (*там гитара*)), обмен (**глазный гряз* (*грязный глаз*)), сохранение (preservation) (**там титара*) (*там гитара*), семантическую подмену (substitution) (**коробка слишком маленькая* (*коробка слишком большая*)) и другие. Анализ примеров показывает, что ошибки реализуют разные семантические (антонимические, синонимические и др.), грамматические и фонетические отношения. См. подробно в [Poulisse, 1999].

Например, в работе [Burke et al., 2004] благодаря обращению к явлению «на кончике языка» («вертится на языке»; tip-of-the-tongue) доказыва-

ется разграничение семантической и фонологической / орфографической информации: в этом случае семантическое представление слова активировано, но фонологическая / орфографическая репрезентация активирована лишь частично.

Современное исследование ошибок осуществляется по двум основным направлениям: изучение ошибок носителей языка и анализ ошибок билингвов. Также используется эксперимент, где испытуемым предъявляются пары слов, одно из которых содержит ошибку. Возможны задания, которые намеренно провоцируют ошибки у носителей языка; например, участникам эксперимента предъявляются фонетически похожие слова для того, чтобы повысить вероятность ошибочного произнесения целевого слова.

Наконец, все большее распространение получают исследования МЛ с использованием современных нейропсихологических технологий (магнитно-резонансная томография и др.). Большинство работ в данном направлении ориентированы на изучение локализации языковых функций [Poeppel et al., 2012].

Значительная часть исследований касается мозговой асимметрии мозга. Традиционно считалось, что языковые функции локализованы в левом полушарии, в настоящее время доказано, что для полноценного использования языка необходима работа двух полушарий. С лексической точки зрения правое полушарие отвечает за использование нелитературных слов, употребление слов в переносном, метафорическом значении и в целом за формирование контекстного, дискурсивного значения и построение текста и дискурса (см. обзор работ [Federmeier et al., 2008]).

Многочисленные эмпирические исследования показывают противоречивые результаты полушарной локализации, поэтому сложно однозначно определить, какое полушарие отвечает за семантические и ассоциативные связи в МЛ. Обобщая исследования в этой области, можно выделить ключевые гипотезы. Во-первых — гипотезу «грубого кодирования», согласно которой семантическая активация является узкой и сильной в левом полушарии, а в правом полушарии — широкой, но более слабой [Bouaffre et al., 2007]. В правом полушарии оказываются наиболее активизированными общекатегориальные связи (типа *собака — козел*, где оба слова относятся к одному семантическому полю). Во-вторых — гипотезу, представленную в работе [Deacon, 2004], согласно которой полушария используют принципиально разные семантические представления: в левом семантическая обработка является целостной и задействует ассоциативные связи по принципу распространяющейся активации. В правом полушарии используются дистрибутивные связи, основанные на признаках представления.

Эта гипотеза в целом противоречит принятым в отечественной нейролингвистике представлениям о мозговой асимметрии языковых функций (см. [Деглин, и др. 1983]). В-третьих, существует гипотеза, что в полушариях мозга реализуются разные принципы организации контекстуальной (синтаксической) информации [Federmeier, 2007]. Полушария по-разному обрабатывают контекстуальную информацию: левое полушарие связано с предикативной и предсказывающей функцией, а правое полушарие специализируется на интегративной функции. Так, за формирование связности и цельности, создание прагматической значимости текста отвечает правое полушарие. Соответственно, категориальные ассоциативные связи, связанные с предсказуемостью и предикативностью речи, локализованы в левом полушарии. Ассоциативные связи, не обладающие категориальной общностью, оказываются непредсказуемы, за них в большей степени отвечает правое полушарие.

Таким образом, в современных нейролингвистических исследованиях отмечается, что оба полушария участвуют в работе МЛ. Однако семантическую информацию они обрабатывают различно, работая параллельно и одновременно, что позволяет быстро осуществлять сложные языковые операции. Очевидно, что нейролингвистические исследования полушарий необходимо продолжать, так как полученные на сегодняшний день результаты противоречивы. Регистрируемые противоречия могут быть связаны с индивидуальными особенностями строения мозга.

4. Проблема семантической близости

Проблема семантической близости и сходства слов имеет ключевое значение для МЛ. Несмотря на интерес к проблеме, некоторые вопросы остаются нерешенными. Так, достаточно хорошо изучены отношения между словами, обладающими значительной семантической близостью в рамках модели сети малого мира, а также семантические отношения понятий базового уровня (например, конкретных существительных, обозначающих физические предметы, типа *олень, волк*). При этом отношения между словами, объединенными слабой семантической связью, изучены недостаточно. Также вызывает вопросы природа семантического сходства, которая сложно объяснима: с одной стороны, общая часть семантически близких слов не является примитивной и инвариантной, с другой стороны, сходство зависит от контекста [Estes et al., 2011; Medin et al., 2005]. Более того, в МЛ две любые единицы могут иметь определенное сходство в значении. В [Medin et al., 1989] приводится пример: *tennis ball* (*теннисный мяч)* и *shoes (обувь)* могут иметь общий компонент (предикат) ‘not having ears’ (отсутствие ушей), но

этот компонент (предикат) едва ли занимает важное положение в семантическом представлении этих слов. Как правило, сходство оценивается с помощью небольшого набора наиболее важных признаков.

Для обозначения семантической близости используется «пространственная» метафора: семантически близкие слова оказываются в МЛ ближе друг к другу. В МЛ единицы объединены в узлы, поэтому связанные семантически или ассоциативно слова находятся в одном узле или соседних. В модели распространяющейся активации для обозначения семантического расстояния применяется термин *сила* (strength). Выявлена зависимость между силой ассоциативной и семантической связанности слов и скоростью их активации при прайминге и ассоциативном эксперименте [Lorch, 1982].

Семантическое расстояние между словами можно представить как вектор в многомерном пространстве [Landauer et al., 1997; Burgess et al., 2000]. В работе [Steyvers et al., 2005] на основе матрицы ассоциативных реакций слова размещаются в словесно-ассоциативном пространстве, где рядом располагаются слова со схожими ассоциативными связями, что помогает прогнозировать семантическое сходство между единицами.

5. Заключение

В статье представлен краткий обзор наиболее авторитетных моделей семантической организации ментального лексикона, разработанных зарубежными учеными и нашедших поддержку у коллег из разных стран, а также его основных принципов исследования. Хотя изучение МЛ началось в рамках американской психолингвистики, сегодня МЛ занимаются и в когнитивной лингвистике, и в смежных науках (нейрофизиологии, психологии, философии), а также компьютерной лингвистике. Основные вопросы МЛ рассматриваются учеными из разных стран (США, Великобритании, Испании, Австралии, Голландии, России) и различных научных школ, которых объединяет изучение явления в рамках когнитивного подхода к языку. Публикуется большое количество работ, рассматривающих как общетеоретические положения, так и частные проблемы лексикона (особенности ментального лексикона билингва, организации хранения словоформ и пр.).

Многообразие подходов к лексикону вызвано, во-первых, различными концептуальными взглядами на природу языка, во-вторых, использованием различных источников получения сведений о МЛ. Отмечается активное развитие коннекционистких моделей, предполагающих протекание параллельных процессов обработки информации различного типа и использующих так называемую «мозговую» метафору. Современные коннекционистские исследования, осуществляемые в рамках когнитивной научной

парадигмы представителями когнитивных школ лингвистики, психологии и физиологии, применяют различные научные инструменты (нейрофизиологические, экспериментальные, психологические). Напротив, модулярные модели МЛ разрабатываются прежде всего сторонниками генеративной лингвистики в США.

В качестве источников сведений об организации МЛ чаще всего используются результаты ассоциативных экспериментов и прайминга, однако распространение получают и другие методики. Как представляется, применение современных нейропсихологических технологий позволяет по-новому взглянуть на семантическую организацию ментального лексикона.

Acknowledgments: The reported study was funded by RFBR, project number 19-112-50367 / Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-112-50367 «Семантические исследования организации и функционирования ментального лексикона».

Литература

1. *Деглин Л. В.* Язык и функциональная асимметрия мозга / Л. В. Деглин, Л. Я. Балонов, И. Б. Долинина // Текст и культура. Труды по знаковым системам. — Выпуск XVI. — Тарту : Тартуский государственный университет, 1983. — С. 31—42.

2. *Aitchison J.* Words in the Mind. An Introduction to the Mental Lexicon / J. Aitchison. — Oxford : Blackwell, 2012. — 307 p.

3. *Anderson J.* Learning and memory : An integrated approach / J. Anderson. — New York : Wiley, 2000. — 488 p.

4. *Borge-Holthoefer J.* Semantic networks : Structure and dynamics / J. Borge-Holthoefer, A. Arenas // Entropy. — 2010. — Vol. 12. — Pp. 1264—1302.

5. *Bouaffre S.* Hemispheric differences in the time-course of semantic priming processes : evidence from event-related potentials (ERPs) / S. Bouaffre, F. Faita-Ainseba // Brain and Cognition. — 2007. — Vol. 63 (2). — Pp. 123—135.

6. *Budanitsky A.* Semantic distance in WordNet : An experimental, application-oriented evaluation of five measures / A. Budanitsky, G. Hirst // Proceedings of the Workshop on WordNet and Other Lexical Resources : Second Meeting of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics (NAACL-2001). — Pittsburgh, 2001. — Pp. 29—34.

7. *Burgess C.* The dynamics of meaning in memory / C. Burgess, K. Lund // Cognitive dynamics: Conceptual and representational change in humans and machines. — Mahwah : Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2000. — Pp. 117—156.

8. *Burke D.* Aging and Language Production / D. Burke, M. Shafto // Current Directions in Psychological Science. — 2004. — Vol. 13 (1). — Pp. 21—24.

9. *Camblin C.* The interplay of discourse congruence and lexical associationduring sentence processing : Evidence from ERPs and eye tracking / C. Camblin, P. Gordon, T. Swaab // Journal of Memory and Language. — 2007. — Vol. 56. — Pp. 103—128.

10. *Caramazza A.* The brain's dictionary / A. Caramazza // Nature. — 1996. — Vol. 380. — Pp. 485—486.

11. *Collins A.* Retrieval time from semantic memory / A. Collins, R. Quillian // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. — 1969. — Vol. 8 (2). — Pp. 240—247.

12. *Cree G.* Analyzing the factors underlying the structure and computation of the meaning of chipmunk, cherry, chisel, cheese, and cello (and many other such concrete nouns) / G. Cree, K. McRae // Journal of Experimental Psychology : General. — 2003. — Vol. 132. — Pp. 163—201.

13. *Deacon D.* Evidence for a new conceptualization of semantic representation in the left and right cerebral hemispheres / D. Deacon, J. Grose-Fifer, C.-M. Yang // Cortex. — 2004. — Vol. 40. — Pp. 467—478.

14. *Deerwester S.* Indexing by Latent Semantic / S. Deerwester, S. Dumais, G. Furnas // Journal of the American Society of Information Science. — 1990. — Vol. 41 (6). — Pp. 391—407.

15. *Dell G.* A spreading activation theory of retrieval in sentence production / G. Dell // Psychological Review. — 1986. — Vol. 93. — Pp. 283—321.

16. *Deyne De S.* Word Associations : Network and Semantic properties / S. De Deyne, G. Storms // Behavior Research Methods. — 2008. — Vol. 40. — Pp. 213—231.

17. *Deyne De S.* The role of corpus size and syntax in deriving lexico-semantic representations for a wide range of concepts / S. De Deyne, S. Verheyen, G. Storms // Quarterly Journal of Experimental Psychology. — 2015. — № 68 (8). — Pp. 1643—1664.

18. *Deyne De S.* Structure at every scale : A semantic network account of the similarities between unrelated concepts / S. De Deyne, D. Navarro, A. Perfors // Journal of Experimental Psychology : General. — 2016. — Vol. 145 (9). — Pp. 1228—1254.

19. *Deyne De S.* Large-scale network representations of semantics in the mental lexicon / S. De Deyne, Y. Kenett, N., D. Anaki // Big data in cognitive science : From methods to insights. — New York : Psychology Press. — 2016. — Pp. 174—202.

20. *Elman J.* An alternative view of the mental lexicon / J. Elman // Trends in Cognitive Sciences. — 2004. — Vol. 8 (7). — Pp. 301—306.

21. *Estes Z.* Thematic Thinking : The Apprehension and Consequences of Thematic Relations / Z. Estes, S. Golonka, L. Jones // Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory. — 2011. — Vol. 54. — Pp. 249—294.

22. *Federmeier K.* Multiple effects of sentential constraint on word processing / K. Federmeier, E. Wlotko, E. De Ochoa-Dewald // Brain Research. — 2007. — Vol. 1146. — Pp. 75—84.

23. *Federmeier K.* Thinking ahead : the role and roots of prediction in language Comprehension / K. Federmeier // Psychophysiology. — 2007. — Vol. 44 (4). — Pp. 491—505.

24. *Fodor J.* The Modularity of Mind / J. Fodor. — Cambridge : MIT Press, 1983. — 145 p.

25. *Forster K.* Early activation of category information in visual word recognition / K. Forster // The Mental Lexicon. — 2006. — Vol. 1 (1). — Pp. 35—58.

26. *Jackendoff R.* Fodorian modularity and representational modularity / R. Jackendoff // Language and the Brain. Representation and Processing. — San Diego : Academic Press, 2000. — Pp. 4—30.

27. *Jones L.* Lexical priming : Associative, semantic, and thematic influences on word recognition / L. Jones, Z. Estes // Visual word recognition. — Hove : Psychology Press, 2012. — Vol. 2 : Meaning and context : Individuals and development. — Pp. 4—72.

28. *Lerner I.* Integrating the automatic and the controlled : Strategies in semantic priming in an attractor network with latching dynamics / I. Lerner, S. Bentin, O. Shriki // Cognitive Science. — 2014. — Vol. 38 (8). — Pp. 1562—1603.

29. *Levelt W.* Speaking : From Intention to Articulation / W. Levelt. — Cambridge : MIT Press, 1989. — 547 p.

30. *Lorch R.* Priming and search processes in semantic memory : A test of three models of spreading activation / R. Lorch // Journal of Verbal Learning Verbal Behavior. — 1982. — Vol. 21 (4). — Pp. 468—492.

31. *Marslen-Wilson W.* Abstractness and combination : The morphemic lexicon / W. Marslen-Wilson // Language Processing. — Hove : Psychology Press, 1999. — Pp. 101—119.

32. *McClelland J.* An interactive activation model of context effects in letter perception : I. An account of basic findings / J. McClelland, D. Rumelhart // Psychological Review. — 1981. — Vol. 88 (5). — Pp. 375—407.

33. *McClelland J.* Sentence comprehension : a parallel distributed processing approach / J. McClelland, M. St. John, R. Taraban // Language and Cognitive Processes. — 1989. — Vol. 4. — Pp. 287—335.

34. *McClelland J.* The TRACE model of speech perception / J. McClelland, J. Elman // Cognitive Psychology. — 1986. — Vol. 18 (1). — Pp. 1—86.

35. *McRae K.* Semantic feature production norms for a large set of living and nonliving things / K. McRae, G. Cree, M. Seidenberg // Behavior Research Methods. — 2005. — Vol. 37 (4). — Pp. 547—559.

36. *McRae K.* Semantic memory / K. McRae, M. Jones // The Oxford Handbook of Cognitive Psychology. — Oxford : Oxford University Press, 2013. — Pp. 206—219.

37. *Medin D.* Concepts and categories : memory, meaning, and metaphysics / D. Medin, L. Rips // The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning. — Cambridge : Cambridge University Press, 2005. — Pp. 37—72.

38. *Medin D.* Psychological essentialism / D. Medin, A. Ortony // Similarity and analogical reasoning. — New York : Cambridge University Press, 1989. — Pp. 179—195.

39. *Miller G.* Introduction to WordNet : An On-line Lexical Database / G. Miller, R. Beckwith, C. Fellbaum // International Journal of Lexicography. — 1990. — Vol. 3 (4). — Pp. 235—244.

40. *Mollin S.* Combining corpus linguistics and psychological data on word co-occurrence : Corpus collocates versus word associations / S. Mollin // Corpus Linguistics and Linguistic Theory. — 2009. — Vol. 5. — Pp. 175—200.

41. *Morton J.* Disintegrating the lexicon : An information processing approach / J. Morton // Perspectives on Mental Representation. — Hillsdale : Erlbaum, 1982. — Pp. 89—109.

42. *Murphy L.* Semantic Relation and the Lexicon / L. Murphy. — Cambridge : Cambridge University Press, 2002. — 304 p.

43. *Nelson D.* The University of South Florida free association, rhyme, and word fragment norms / D. Nelson, C. McEvoy, T. Schreiber // Behavior Research Methods, Instruments and Computers. — 2004. — Vol. 36. — Pp. 402—407.

44. *Norris D.* Shortlist : a connectionist model of continuous speech recognition / D. Norris // Cognition. — 1994. — Vol. 52 (3). — Pp. 189—234.

45. *Poeppel D.* Towards a new neurobiology of language / D. Poeppel, K. Emmorey, G. Hickok // Journal of Neuroscience. — 2012. — Vol. 32 (41). — Pp. 14125—14131.

46. *Poulisse N.* Slips of the tongue : speech errors in first and second language production / N. Poulisse. — Philadelphia, Amsterdam : John Benjamins, 1999. — 269 p.

47. *Rogers T.* Computational models of semantic memory / T. Rogers // The Cambridge Handbook of Computational Psychology. — Cambridge University Press : Cambridge, 2008. — Pp. 226—267.

48. *Singleton D.* Exploring the Second Language Mental Lexicon / D. Singleton. — Cambridge : Cambridge University Press, 1999. — Pp. XI—XII.

49. *Skehan P.* A Cognitive Approach to Language Learning / P. Skehan. — Oxford : Oxford University Press, 1998. — 324 p.

50. *Sloman S.* Categorical inference is not a tree : The myth of inheritance hierarchies / S. Sloman // Cognitive Psychology. — 1998. — Vol. 35. — Pp. 1—33.

51. *Steyvers M.* The large scale structure of semantic networks : Statistical analyses and a model of semantic growth / M. Steyvers, J. Tenenbaum // Cognitive Science. — 2005. — Vol. 29. — Pp. 41—78.м

52. *Steyvers M.* Word association spaces for predicting semantic similarity effects in episodic memory / M. Steyvers, R. Shiffrin, D. Nelson // Decade of behavior : Experimental cognitive psychology and its applications. — Washington : American Psychological Association. 2005. — Pp. 237—249.

53. *Turney P.* Similarity of Semantic Relations / P. Turney // Computational Linguistics. — 2006. — Vol. 32 (3). — Pp. 379—416.

54. *Ullman M.* A neural dissociation within language : evidence that the mental dictionary is part of declarative memory, and that grammatical rules are processed by the procedural system / M. Ullman, S. Corkin, M. Coppolla // Journal of Cognitive Neuroscience. — 1997. — Vol. 9. — Pp. 266—276.

55. *Ullman M.* Neural correlates of lexicon and grammar : Evidence from the production, reading, and judgment of inflection in aphasia / M. Ullman, R. Pancheva, T. Love // Brain and Language. — 2005. — Vol. 93 (2). — Pp. 185—238.

56. *Watts D.* Collective dynamics of 'small-world' networks / D. Watts, S. Strogatz // Nature. — 1998. — Vol. 393. — Pp. 440—442.

57. *Wray A.* Formulaic Language and the Lexicon / A. Wray. — Cambridge : Cambridge University Press, 2002. — 348 p.

58. *Wurm L.* Dynamics of the auditory comprehension of prefixed words : Cohort entropies and conditional root uniqueness points / L. Wurm, M. Ernestus, R. Schreuder // The Mental Lexicon. — 2006. — Vol. (1) 1. — Pp. 125—146.

Semantic Studies of Organisation and Functioning of Mental Lexicon[1]

© Vadim A. Belov (2020), orcid.org/0000-0002-4173-2000, PhD in Philology, senior research scientist, Department of German Philology and Intercultural Communication, Cherepovets State University (Cherepovets, Russia), belov.vadim.a@gmail.com.

The review article discusses the key problems of semantic organization of the mental lexicon. It is understood as a dynamic, cognitively organized semantic network of lexical units. The paper presents the characteristics of the main models of semantic organization of mental vocabulary, highlights the advantages and disadvantages of each approach. It is noted that currently connectionist models are developing most actively. Among them there are

1 The article is financially supported by RFBR within the project 19-112-50367 "Semantic Studies of Organisation and Functioning of Mental Lexicon."

the following: the small world network, which considers a certain fragment of the lexicon; thesaurus models that combine all units of the lexicon; computational and distributive models that build relationships between a large number of units based on corpus data about shared usage. The author analyses the sources of information about the organization of the mental lexicon, among which the leading position is occupied by the results of associative experiments and priming. It is revealed that research is also carried out on the subjects' intuitive assessments of word similarity, analysis of unintentional speech errors. Neuropsychological technologies are used to study the mental lexicon. The problem of semantic relations in the mental lexicon, which are described using a "spatial" metaphor, is discussed separately: semantic proximity is considered as a distance or a vector.

Key words: mental lexicon; word meaning; semantic proximity; semantic connections.

References

Aitchison, J. (2012). *Words in the Mind. An Introduction to the Mental Lexicon.* Oxford: Blackwell.

Anderson, J. (2000). *Learning and memory: An integrated approach.* New York: Wiley.

Borge-Holthoefer, J., Arenas, A. (2010). Semantic networks: Structure and dynamics. *Entropy, 12:* 1264—1302.

Budanitsky, A., Hirst, G. (2001). Semantic distance in WordNet: An experimental, application-oriented evaluation of five measures. In: *Proceedings of the Workshop on WordNet and Other Lexical Resources: Second Meeting of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics (NAACL-2001).* Pittsburgh. 29—34.

Bouaffre, S., Faita-Ainseba, F. (2007). Hemispheric differences in the time-course of semantic priming processes: evidence from event-related potentials (ERPs). *Brain and Cognition, 63 (2):* 123—135.

Burgess, C., Lund, K. (2000). The dynamics of meaning in memory. In: *Cognitive dynamics: Conceptual and representational change in humans and machines.* Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates Publishers. 117—156.

Burke, D., Shafto, M. (2004). Aging and Language Production. *Current Directions in Psychological Science, 13 (1):* 21—24.

Camblin, C., Gordon, P., Swaab, T. (2007). The interplay of discourse congruence and lexical associationduring sentence processing: Evidence from ERPs and eye tracking. *Journal of Memory and Language, 56:* 103—128.

Caramazza, A. (1996). The brain's dictionary. *Nature, 380:* 485—486.

Collins, A., Quillian, R. (1969). Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 8 (2):* 240—247.

Cree, G., McRae, K. (2003). Analyzing the factors underlying the structure and computation of the meaning of chipmunk, cherry, chisel, cheese, and cello (and many other such concrete nouns). *Journal of Experimental Psychology: General, 132:* 163—201.

Deacon, D., Grose-Fifer, J., Yang, C.-M. (2004). Evidence for a new conceptualization of semantic representation in the left and right cerebral hemispheres. *Cortex, 40:* 467—478.

Deglin, L. V., Balonov, L. Ya., Dolinina, I. B. (1983). Yazyk i funktsionalnaya asimmetriya mozga. In: *Tekst i kultura. Trudy po znakovym sistemam, XVI.* Tartu: Tartuskiy gosudarstvennyy universitet. 31—42. (In Russ.).

Deerwester, S., Dumais, S., Furnas, G. (1990). Indexing by Latent Semantic. *Journal of the American Society of Information Science, 41 (6):* 391—407.

Dell, G. (1986). A spreading activation theory of retrieval in sentence production. *Psychological Review, 93:* 283—321.

Deyne, De S., Storms, G. (2008). Word Associations: Network and Semantic properties. *Behavior Research Methods, 40:* 213—231.

Deyne, De S., Verheyen, S., Storms, G. (2015). The role of corpus size and syntax in deriving lexico-semantic representations for a wide range of concepts. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 68 (8):* 1643—1664.

Deyne, De S., Navarro, D., Perfors, A. (2016). Structure at every scale: A semantic network account of the similarities between unrelated concepts. *Journal of Experimental Psychology: General, 145 (9):* 1228—1254.

Deyne, De S. Kenett, Y., N., D. Anaki. (2016). Large-scale network representations of semantics in the mental lexicon. In: *Big data in cognitive science: From methods to insights.* New York: Psychology Press. 174—202.

Elman, J. (2004). An alternative view of the mental lexicon. *Trends in Cognitive Sciences, 8 (7):* 301—306.

Estes, Z., Golonka, S., Jones, L. (2011). Thematic Thinking: The Apprehension and Consequences of Thematic Relations. *Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory, 54:* 249—294.

Federmeier, K., Wlotko, E., De Ochoa-Dewald, E. (2007). Multiple effects of sentential constraint on word processing. *Brain Research, 1146:* 75—84.

Federmeier, K. (2007). Thinking ahead: the role and roots of prediction in language Comprehension. *Psychophysiology, 44 (4):* 491—505.

Fodor, J. (1983). *The Modularity of Mind.* Cambridge: MIT Press.

Forster, K. (2006). Early activation of category information in visual word recognition. *The Mental Lexicon, 1 (1):* 35—58.

Jackendoff, R. (2000). Fodorian modularity and representational modularity. In: *Language and the Brain. Representation and Processing.* San Diego: Academic Press. 4—30.

Lerner, I., Bentin, S., Shriki, O. (2014). Integrating the automatic and the controlled: Strategies in semantic priming in an attractor network with latching dynamics. *Cognitive Science, 38 (8):* 1562—1603.

Levelt, W. (1989). *Speaking: From Intention to Articulation.* Cambridge: MIT Press.

Jones, L., Estes, Z. (2012). Lexical priming: Associative, semantic, and thematic influences on word recognition. In: *Visual word recognition, (2): Meaning and context: Individuals and development.* Hove: Psychology Press. 4—72.

Lorch, R. (1982). Priming and search processes in semantic memory: A test of three models of spreading activation. *Journal of Verbal Learning Verbal Behavior, 21 (4):* 468—492.

Marslen-Wilson, W. (1999). Abstractness and combination: The morphemic lexicon. In: *Language Processing.* Hove: Psychology Press. 101—119.

McClelland, J., Rumelhart, D. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: I. An account of basic findings. *Psychological Review, 88 (5):* 375—407.

McClelland, J., John, M. St., Taraban, R. (1989). Sentence comprehension: a parallel distributed processing approach. *Language and Cognitive Processes, 4:* 287—335.

McClelland, J., Elman, J. (1986). The TRACE model of speech perception. *Cognitive Psychology, 18 (1):* 1—86.

McRae, K., Cree, G., Seidenberg, M. (2005). Semantic feature production norms for a large set of living and nonliving things. *Behavior Research Methods, 37 (4):* 547—559.

McRae, K., Jones, M. (2013). Semantic memory. In: *The Oxford Handbook of Cognitive Psychology.* Oxford: Oxford University Press. 206—219.

Medin, D., Rips, L. (2005). Concepts and categories: memory, meaning, and metaphysics. In: *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning.* Cambridge: Cambridge University Press. 37—72.

Medin, D., Ortony, A. (1989). Psychological essentialism. In: *Similarity and analogical reasoning.* New York: Cambridge University Press. 179—195.

Miller, G., Beckwith, R., Fellbaum, C. (1990). Introduction to WordNet: An On-line Lexical Database. *International Journal of Lexicography, 3 (4):* 235—244.

Mollin, S. (2009). Combining corpus linguistics and psychological data on word co-occurrence: Corpus collocates versus word associations. *Corpus Linguistics and Linguistic Theory, 5:* 175—200.

Morton, J. (1982). Disintegrating the lexicon: An information processing approach. In: *Perspectives on Mental Representation.* Hillsdale: Erlbaum. 89—109.

Murphy, L. (2002). *Semantic Relation and the Lexicon.* Cambridge: Cambridge University Press.

Nelson, D., McEvoy, C., Schreiber, T. (2004). The University of South Florida free association, rhyme, and word fragment norms. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers, 36:* 402—407.

Norris, D. (1994). Shortlist: a connectionist model of continuous speech recognition. *Cognition, 52 (3):* 189—234.

Poeppel, D., Emmorey, K., Hickok, G. (2012). Towards a new neurobiology of language. *Journal of Neuroscience, 32 (41):* 14125—14131.

Poulisse, N. (1999). *Slips of the tongue: speech errors in first and second language production.* Philadelphia, Amsterdam: John Benjamins.

Rogers, T. (2008). Computational models of semantic memory. *The Cambridge Handbook of Computational Psychology*. Cambridge University Press: Cambridge. 226—267.

Singleton, D. (1999). *Exploring the Second Language Mental Lexicon.* Cambridge: Cambridge University Press. XI—XII.

Skehan, P. (1998). *A Cognitive Approach to Language Learning.* Oxford: Oxford University Press.

Sloman, S. (1998). Categorical inference is not a tree: The myth of inheritance hierarchies. *Cognitive Psychology, 35:* 1—33.

Steyvers, M., Shiffrin, R., Nelson, D. (2005). Word association spaces for predicting semantic similarity effects in episodic memory. In: *Decade of behavior: Experimental cognitive psychology and its applications.* Washington: American Psychological Association. 237—249.

Steyvers, M., Tenenbaum, J. (2005). The large scale structure of semantic networks: Statistical analyses and a model of semantic growth. *Cognitive Science, 29:* 41—78.

Turney, P. (2006). Similarity of Semantic Relations. *Computational Linguistics, 32 (3):* 379—416.

Ullman, M. Corkin, S., Coppolla, M. (1997). A neural dissociation within language: evidence that the mental dictionary is part of declarative memory, and that grammatical

rules are processed by the procedural system. *Journal of Cognitive Neuroscience, 9:* 266—276.

Ullman, M., Pancheva, R., Love, T. (2005). Neural correlates of lexicon and grammar: Evidence from the production, reading, and judgment of inflection in aphasia. *Brain and Language, 93 (2):* 185—238.

Watts, D., Strogatz, S. (1998). Collective dynamics of 'small-world' networks. *Nature, 393:* 440—442.

Wray, A. (2002). *Formulaic Language and the Lexicon.* Cambridge: Cambridge University Press.

Wurm, L., Ernestus, M., Schreuder, R. (2006). Dynamics of the auditory comprehension of prefixed words: Cohort entropies and conditional root uniqueness points. *The Mental Lexicon, 1 (1):* 125—146.