

В. Г. Арутюнян

АССОЦИАТИВНО-СЕМАНТИЧЕСКИЙ СЕТЕВОЙ ПРИНЦИП ОРГАНИЗАЦИИ МЕНТАЛЬНОГО ТЕЗАУРУСА ЧЕЛОВЕКА

Анализируются данные известного эксперимента «Скрипка», отражающие структуру ассоциативно-семантических связей в человеческом мозге. Опираясь на эти свидетельства, которые были получены объективными нейрофизиологическими методами, исследуются некоторые словарные статьи Ассоциативного тезауруса современного русского языка. Представлен сравнительный анализ результатов поведенческих экспериментов, на основе которых составлены ассоциативные словари, и объективных экспериментальных данных естественных наук. Делается попытка выявления различий между результатами двух типов экспериментов и установления закономерностей организации ментального тезауруса человека.

Present paper is an endeavor to analyze the outcomes of the celebrated experiment Violin, expressing the structure of associative-semantic links in human brain. Based upon evidence gained from objective neurophysiological methods, certain dictionary articles of the Associative Thesaurus of the Rus-



sian Language have thus been analyzed. A comparative analysis of behavioral experiments is offered based on which associative dictionaries have been compiled-alongside with objective experiments of the data of natural sciences. Concomitantly, the paper is an attempt to elicit distinctions between two types of experiments, as well as to install regularities of the organization of human mental thesaurus.

Ключевые слова: эксперимент «Скрипка», ассоциативный словарь, ментальный тезаурус человека, ассоциативно-семантические связи, человеческий мозг.

Key words: the experiment Violin, associative dictionary, human mental thesaurus, associative-semantic links, human brain.

Проблема организации человеческого разума стала одной из центральных в когнитивной науке XXI в. При этом междисциплинарный подход в исследованиях можно считать единственным релевантным, поскольку приблизиться к пониманию таких фундаментальных вопросов, как устройство мозга, мышления и языка, невозможно с позиции какой-либо одной дисциплины [10]. Свидетельством подобной конвергенции служит тот факт, что этой проблемой занимаются представители самых разных областей науки — от лингвистики и психологии до нейрофизиологии и молекулярной биологии [2].

В данном контексте изучение интериоризованной системы языка (внутреннего тезауруса), репрезентированной в человеческом мозге, является важным шагом на пути к пониманию принципов организации ментального пространства в целом, поскольку язык, мышление, память и прочие психические феномены представляют собой континуум. Исследования последних лет, которые велись в когнитивной психологии, нейролингвистике и экспериментальной физиологии, свидетельствуют, что разум человека во многом организован по ассоциативно-семантическому сетевому принципу [9]. Факты, подтверждающие это, были получены еще в середине XX столетия крупнейшими отечественными учеными. Л.С. Выготский, например, указывал на значимость ассоциации в развитии мышления [3]; А.А. Леонтьев отмечал, что психологическая структура значения слова есть его ассоциативная структура [6]; Е.С. Кубрякова писала, что ассоциация — значимое понятие для определения долговременной памяти, которая считается по преимуществу образованием ассоциативного характера [5]. Свидетельства эти были получены на основе поведенческих экспериментов, суть которых сводится к следующему: испытуемому необходимо ответить на слово-стимул как можно быстрее первым словом, пришедшим в голову (подробнее см.: [8]). Благодаря этим данным были составлены ассоциативные словари, которые являются особым видом источников, отображающих структуру человеческого мышления.

Специфика ассоциативно-семантических связей в ментальном пространстве также изучалась и естественно-научными нейрофизиологическими методами (в частности, отечественной школой нейропсихологии). А.Р. Лурия и его коллеги одними из первых провели объективное исследование (так называемый эксперимент «Скрипка») по выявлению



особенностей организации семантических структур в человеческом сознании.

Цель настоящей статьи — анализ данных известного эксперимента «Скрипка» и сопоставление их с результатами поведенческих ассоциативных экспериментов. Как первый, так и второй тип исследования был направлен на установление ассоциативно-семантических связей в человеческом сознании, поэтому мы считаем, что сравнительный анализ фактического материала, полученного в ходе экспериментов, будет способствовать более глубокому пониманию принципов организации ментального тезауруса человека.

Рассмотрим детально структуру эксперимента «Скрипка».

130

Известно, что болевые стимулы приводят к изменениям внешних кровеносных сосудов руки и головы. Изначально это ориентировочные (одинаковые во всех случаях) неспецифические реакции, которые проявляются в расширении сосудов головы при сужении сосудов руки под действием боли. Далее при повторении болевого стимула эта ориентировочная реакция угасает и переходит в специфическую (адаптационную/защитную) [7, с. 42]. С учетом этих физиологических аспектов группой исследователей во главе с А.Р. Лурией был проведен эксперимент.

Испытуемым в слуховой модальности предъявлялся ряд слов. Одно из них («скрипка») сопровождалось электрическим разрядом в 45 В, вызывающим болевое ощущение, которое приводило к расширению сосудов головы при сужении сосудов руки (неспецифическая/ориентировочная реакция) [6]. После нескольких подобных предъявлений, сопровождающихся разрядом тока, появилась специфическая реакция на данное слово. В дальнейшем даже без удара током имелась реакция на лексему «скрипка».

Тогда исследователи стали вводить наряду с нейтральными словами те, которые имели ассоциативно-семантические связи с данной лексемой, и те, которые были похожи акустически. Результаты показали, что «довольно большая группа слов, несмотря на то что они не сопровождалась электрическим разрядом, вызывала совершенно такую же реакцию, как и основной стимул, т. е. специфическую болевую реакцию одновременного сужения сосудов головы и руки. Эта группа слов имела прямую смысловую связь с тестовым словом *скрипка*. Она включает такие слова, как *скрипач*, *смычок*, *струна*, *мандолина*, *контрабас* и некоторые другие названия инструментов» [7, с. 43–44].

Примечательно, что помимо этой группы слов была и другая, которая также вызывала сосудистые реакции, однако не *специфического*, а *ориентировочного* характера: «К этой группе принадлежали: а) названия бесструнных музыкальных инструментов (*аккордеон*, *кларнет* и т.д.); б) другие слова, связанные с музыкой (*соната*, *концерт* и т.д.); в) в ряде случаев ту же реакцию вызывали слова, фонетически близкие к тестовому слову (*скрепка*). Наконец, выделялись нейтральные слова, не вызывающие никаких изменений в сосудистой кривой (например, *шкаф*, *сапог*, *облако*)» [7, с. 44].

Таким образом, объективное исследование ассоциативно-семантических связей в ментальном пространстве человека физиологическими



методами позволило сделать ряд обоснованных заключений. Во-первых, представительство знаний в человеческом мозге — это бесспорно сетевое представительство. Компоненты ментального тезауруса не существуют автономно, изолированно друг от друга, а объединяются в сложную сеть. Во-вторых, связи между ними не однородны: те слова, которые имеют наибольшую семантическую близость к тестовому, составляют *ядро семантического комплекса* и вызывают специфическую болевую реакцию; слова, которые менее связаны с тестовой лексемой, вызывают ориентировочную реакцию; нейтральные же — не сопровождаются никакой.

Учитывая эти данные, проанализируем некоторые словарные статьи Ассоциативного тезауруса современного русского языка [1]. Следует сказать, что данный словарь был составлен по результатам поведенческого ассоциативного эксперимента, длившегося двенадцать лет, в котором испытуемые отвечали на слово-стимул первым словом, пришедшим в голову (метод свободных ассоциаций). Как известно, ассоциативные словари являются особым источником, отражающим структуру человеческого мышления [4]. Здесь мы будем анализировать лишь те лексемы в словаре, которые употреблялись в эксперименте «Скрипка».

Начнем с лексем, вызывающих специфическую сосудистую реакцию, которые входят в ядро семантического комплекса и имеют наиболее сильные связи с тестовым словом «скрипка». Опираясь на результаты, представленные в обратном словаре ($R \rightarrow S$), выявим, какие из лексем, входящих в ядро (*скрипач, смычок, струна, контрабас и гитара*), приводят к слову «скрипка». Следует сказать, что релевантным признаком в организации словарных статей ассоциативного тезауруса является фактор частотности, то есть ответы, которые давали испытуемые, ставшие основой словаря, наиболее употребляемые.

Как оказалось, результаты поведенческих экспериментов немного отличались от данных, полученных объективными методами. Из вышеперечисленных слов, входящих в ядро семантического комплекса и имеющих наиболее сильную связь с тестовым словом, только два привели к лексеме «скрипка»: *скрипач* — музыкант, манускрипт, скрип, оркестр; *смычок* — скрипка, скрип; *струна* — гнуть, пальцы, рифма, скрипичный, скрипка; *контрабас* — пианино; *гитара* — шестиструнная, музыкант, барабан, баян, волынка, музыкальный, научить, пианино, поет.

Как мы видим, данные ассоциативного словаря отличаются от результатов эксперимента «Скрипка». Если в объективных исследованиях слова из ядра семантического комплекса строго связаны с тестовым, то в поведенческих экспериментах этого не наблюдается. Лишь «смычок» и «струна» привели к лексеме «скрипка». Однако примечательно, что многие слова связаны с теми, которые не содержатся в ядре, а находятся на периферии.

Вторая группа слов эксперимента «Скрипка», вызывающих ориентировочную реакцию, оказалась тесно связанной с ядерной. Например, названия некоторых бесструнных музыкальных инструментов и слов, имеющих отношение к музыке, были связаны с лексемами, входящими в ядро семантического комплекса, а некоторые имели связи с теми словами, которые приводили к ядерным: *аккордеон* — баян, гармония; *баян* — гармония, скрипка, музыка; *кларнет* — старенький; *пианино* — баян, скрип-

ка, классический, романс, скрипичный, музыка; музыкант – скрипач, скрипка, гитара; концерт – эстрада, кошачий, классический, хоровой, пианино, скрипичный.

Например, слово «баян» оказалось связанным и с тестовым, и с ядерным словом «гитара» (см. выше); оно также имеет связь с лексемой «пианино», которое входит в периферию и, в свою очередь, связывается с ядерным словом «гитара». Более того, лексема «баян» связана со словом «музыка», которая имеет связь с «пианино» и т. д. (рис.).

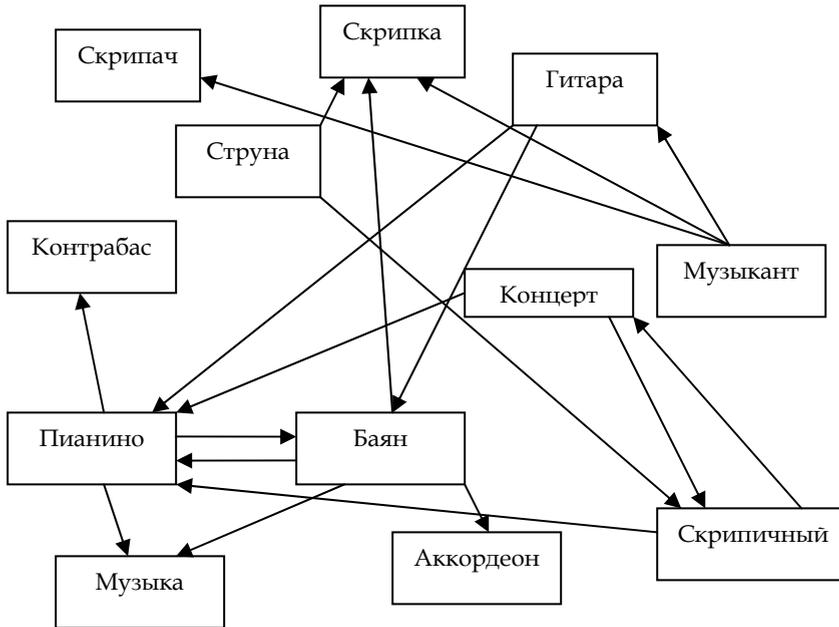


Рис. Ассоциативно-семантическое сетевое представление ментального тезауруса человека (фрагмент)

Таким образом, сравнительный анализ показал, что результаты, полученные в двух экспериментах, различны, однако они гармонично дополняют друг друга. Объективное исследование семантических структур свидетельствует о том, что в ментальном тезаурусе существуют ядерные и периферийные концепты, а данные поведенческих ассоциативных экспериментов не так однозначны: иногда ядерные понятия сильнее связаны с периферийными, чем между собой.

Нам кажется, что организация ментального тезауруса человека не так проста, как описывается в традиционной лингвистике (ядро/периферия). Если соединить результаты естественно-научных исследований мозговой организации языка с данными поведенческих ассоциативных экспериментов, то мы получим сложнейшее психическое образование. Несмотря на хаотичность ответов, которые давали испытуемые в ассоциативном эксперименте, в них есть определенная логика. Анализ словарных статей и результаты объективных исследований позволяют сделать некоторые выводы.



Во-первых, мы убеждены, что в человеческом мозге не существует *единиц*. Слово/понятие — *базовый компонент* ментального тезауруса, но не единица, поскольку оно не существует изолированно, автономно. Любое слово/понятие имеет множество связей с другими и в речемыслительной деятельности всегда притягивает комплекс разнородной информации, поэтому идея каких-либо единиц нерелевантна.

Во-вторых, полевая структура представления знаний с ядром и периферией является достаточно упрощенной. Как мы показали на рисунке, ментальный тезаурус человека не просто список слов/понятий, которые делятся на ядерные и периферийные. Это сложное психическое образование, динамическая, иерархическая система с непростой сетью внутриязычных и межъязычных связей.

В настоящее время идея сетевой организации ментального тезауруса представляется наиболее верной и поддерживается рядом работ [11–13]. Создаются искусственные системы, имитирующие деятельность человеческого разума, которые опираются на принцип ассоциативности [14]. Подобные исследования ведутся и нами: в частности, мы экспериментально исследуем структуру ассоциативно-семантических сетей в человеческой ментальности в связи с имплицитной памятью (интерес при этом представляет поздний негативный компонент N400, регистрируемый при помощи ЭЭГ). Кроме того, нами разработаны методы моделирования ментального лексикона в системах искусственного интеллекта при помощи растущих нейросетей.

Мы надеемся, что результаты, которые будут получены в ходе исследований, помогут лучше понять структуру внутреннего тезауруса именно как неотъемлемой части долговременной памяти, а свидетельства об организации ассоциативно-семантических сетей в ментальном пространстве позволят сделать ряд заключений о характере человеческого сознания в целом.

Список литературы

1. Ассоциативный тезаурус современного русского языка : в 6 кн. / Ю.Н. Караулов [и др.]. М., 1994–1998.
2. Барулин А.Н. Теория глоттогенеза и сравнительно-историческое языкознание // Сравнительно-историческое исследование языков: современное состояние и перспективы. М., 2004. С. 18–37.
3. Выготский Л.С. Мышление и речь. М., 1996.
4. Гольдин В.Е., Сдобнова А.П. Ассоциативный словарь как особый источник данных о внутренней семантической сети // Вопросы искусственного интеллекта. 2010. №2. С. 89–97.
5. Кубрякова Е.С. Язык и знание. На пути получения знаний о языке: Части речи с когнитивной точки зрения. Роль языка в познании мира. М., 2004.
6. Леонтьев А.А. Психологическая структура значения // Семантическая структура слова (психолингвистические исследования). М., 1971. С. 7–19.
7. Лурия А.Р., Виноградова О.С. Объективное исследование динамики семантических систем // Там же. С. 27–63.
8. Попова Т.В. Ассоциативный эксперимент в психологии. М., 2011.
9. Солсо Р. Когнитивная психология. СПб., 2012.
10. Черниговская Т.В. Человеческое в человеке: сознание и нейронная сеть // Проблема сознания в философии и науке. М., 2009. С. 325–360.



11. *Caramazza A.* How Many Levels of Processing Are There in Lexical Access? // *Cognitive Neuropsychology*. 1997. №14 (1). P. 177 – 208.
12. *Plunkett K., Bandelow S.* Stochastic approaches to understanding dissociations in inflectional morphology // *Brain and Language*. 2006. №98. P. 194 – 209.
13. *Simanova I., Gerven M., Oostenveld R., Hagoort P.* Identifying object categories from Event-Related EEG: toward decoding of conceptual representations // *PLoS ONE*. 2010. Vol. 5, iss. 12.
14. *Zock M., Bilac S.* Word lookup on the basis of associations: from an idea to a roadmap : proc. of Coling workshop // *Enhancing and using dictionaries*. Geneva, 2004. P. 89 – 95.

Об авторе

134

Вардан Геворгович Арутюнян – асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.
E-mail: vardan.arutyunyan89@gmail.com

About the author

Vardan Arutyunyan – PhD student, I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.
E-mail: vardan.arutyunyan89@gmail.com