

**Моделирование сложных систем в рамках теории сложных сетей:
топология ассоциативной сети и креативность**

Морозова Ольга Андреевна

Аспирант

*Институт психологии РАН, Лаборатория психологии и психофизиологии
творчества, Москва, Россия*

E-mail: helgamoro@gmail.com

В последние годы на междисциплинарной научной арене наблюдается становление нового направления моделирования и изучения сложных систем, в рамках которого сложные объекты рассматриваются как сетевые структуры [2]. Основные достижения этого направления получили свою реализацию в теории сложных сетей. В духе постмодернистского мышления, теория сложных сетей смещает исследовательские акценты со свойств объектов на связи между ними, на эволюцию этих связей и на структуру глобальной сети [3]. Новая методология, зародившаяся в недрах статистической физики и математической теории графов, позволяет моделировать и изучать системы самого разного типа: от естественных биологических сетей (например, модели эко-систем или метаболических сетей клеток) до социальных (сети научного сотрудничества) и технологических (например, World Wide Web) сетей [9]. Узлы в готовых моделях представляют собой элементы сложных сетей, а ребра – связи между ними. Подобные модели демонстрируют значительно более сложную архитектуру по сравнению с классическими случайными сетями [7]. Анализу подвергаются процессы эволюции сети, весовые коэффициенты и направления связей, разнообразные свойства динамической сложности и их взаимодействие, локальные характеристики узлов и другие аспекты, позволяющие делать предположения о глобальных системных свойствах объекта [8].

В рамках когнитивных наук сетевые модели взаимосвязанных узлов, начиная от искусственных нейронных сетей и заканчивая моделями распределения активации в вербальной памяти, получили широкое развитие [4]. Аппарат теории сложных сетей, однако, предлагает новые перспективные процедуры моделирования и измерения, позволяющие, в числе прочего, производить широкий междисциплинарный дискурс. На данный момент активное изучение сложных сетей осуществляется в рамках психолингвистики, а также в области изучения патологий и возрастных особенностей протекания когнитивных процессов [4]. В первой части доклада кратко обсуждаются основные понятия и возможности новой методологии сетевого моделирования, а также актуальные области применения сетевого инструментария. Рассматриваются следствия принятия так называемой «метафоры Интернета» в области когнитивных исследований, в частности, модель когнитивного процесса как динамики, разворачивающейся на сетевом субстрате.

Одним из центральных утверждений теории сложных сетей является то, что характеристики сетевой структуры оказывают влияние на протекание процессов (в частности, когнитивных) [1]. Так, организация фонологической сети английского языка влияет на процессы распознавания и извлечения слов [1]. Также утверждается, что структура системы складывается в силу определенных процессов роста и развития и имеет универсальные надындивидуальные свойства, а также индивидуальные отличия [5]. Изучение

конкретной сетевой топологии позволяет делать предположения как о предшествующих процессах становления данной структуры, так и о следствиях наличия данной топологии для обработки информации.

Во второй части доклада вниманию представляется программа исследований, направленная на выявление особенностей строения сложных ассоциативных сетей у людей с выраженными творческими способностями. Работа осуществляется в рамках активационной парадигмы и области исследований вербальных сетей. Понятие активации используется для обозначения готовности узла (элемента) к извлечению из памяти. Западными исследователями были проведены психолингвистические эксперименты, продемонстрировавшие, что такие сетевые характеристики как степень (число ребер у узла) и коэффициент кластеризации (число узлов, связанных с целевым узлом, также связанных друг с другом) фонологических словоформ влияют на распознавание и извлечение слов из ментального лексикона [10]. Предполагается, что в участках сети с высокой кластеризацией процессы активации склонны замыкаться внутри маленького и плотно связанного сообщества узлов, в то время как в участках с меньшей кластеризацией активация способна распространяться на отдаленные узлы [11].

В рамках исследования планируется построение трех типов сетей русского языка: фонологической, орфографической (буквенной) и семантической. Креативность, способность к обнаружению нового, рассматривается через призму доступа к отдаленным элементам памяти. Осуществляется проверка идей С. Медника об отличиях ассоциативных градиентов у людей с разными творческими способностями, при этом ассоциативный градиент понимается как соотношение вероятностей активации ближних и дальних ассоциаций. Как известно, теория С. Медника основана на идее того, что природа креативного мышления заключается в нахождении новых способов соединения существующих элементов, при этом креативные люди имеют доступ к более отдаленным ассоциативным элементам [6]. Мы предполагаем, что построенные сетевые модели выявят более низкий коэффициент кластеризации ассоциативных сетей у высококреативных испытуемых в сравнении с низкокреативными. Обсуждаются также возможности использования полученных сетевых моделей для усовершенствования классического исследовательского инструментария психологии – задач-анаграмм и стимулов-праймеров.

Литература

1. Arbesman S., Strogatz S.H. and Vitevitch M.S. Comparative analysis of networks of phonologically similar words in English and Spanish. // *Entropy*. 2010. V.12. p.327-337.
2. Barabási A. The network takeover. // *Nature Physics*. 2012. V.8. p.14-16.
3. Barabási A. Network Science. // *Philosophical Transactions of The Royal Society*. 2013. I.371. p.1-3.
4. Baronchelli A. Networks in Cognitive Science. // *Trends in Cognitive Sciences*. 2013. V.17, I.7. p.348-360.
5. Beckage N., Smith L. Small Worlds and Semantic Network Growth in Typical and Late Talkers. // *PLoS ONE*. 2011. V.6. p.39-47.

6. Mednick S.A. The associative basis of the creative process. // *Psychological Review*. 1962. V.69. p. 220-232.
7. Newman M. The structure and function of complex networks. // *SIAM Review*. 2003. V.45. p.167–256.
8. Petter H. Temporal networks. // *Physics reports*. 2012. I.519. p.97-125.
9. Strogatz S.H. Exploring complex networks. // *Nature*. 2001. I.410. p.268-279.
10. Vitevitch M.S. Chan, K.Y. ; Roodenrys, S. Complex network structure influences processing in long-term and short-term memory. // *Journal of memory and language*. 2012. I.67, V.1. p.30-44.
11. Vitevitch M.S. et al. Simulating retrieval from a highly clustered network: implications for spoken word recognition. // *Frontiers in Psychology*. 2011. V.2. p.369.