

## Перспективы моделирования когнитивной эволюции\*

Редько В.Г.

НИИ Системных исследований РАН, Москва

E-mail: vcredko@gmail.com

**Актуальность моделирования когнитивной эволюции.** Исследование когнитивной эволюции связано с глубокой гносеологической проблемой: *почему человеческое мышление применимо к познанию природы?* Рассмотрим, например, физику, одну из фундаментальных естественнонаучных дисциплин. Мощь физики связана с эффективным применением математики. Но математик строит свои теории независимо от внешнего мира, используя свое мышление. Почему же результаты, получаемые математиком, применимы к реальной природе? Или в более общей формулировке: почему логика человеческого мышления применима к познанию природы?

Фактически, осмысливая близкие проблемы и считая "чистый разум" взрослого человека априорным, И. Кант пришел к сомнениям о возможности познания законов природы [1]:

"... хотя вначале это звучит странно, но тем не менее, верно, если я скажу: рассудок не черпает свои законы (a priori) из природы, а предписывает их ей".

После появления теории происхождения видов Ч. Дарвина произошла ревизия концепции априорного "чистого разума" (К. Лоренц) [2]:

"Не были бы законы разума, необходимые для априорного мышления, иными, если бы они сформировались иным историческим способом и если бы мы, следовательно, были оснащены иным типом нервной системы?"

И вообще, возможно ли, чтобы законы нашего когнитивного аппарата не были связаны с законами реального внешнего мира?"

Составляющие "чистого разума" возникали в процессе эволюции, в результате многочисленных взаимодействий с внешним миром. Но как они возникали? Почему возникли способности, позволяющие познавать внешний мир?

Естественный подход к анализу проблемы – построение математических и компьютерных моделей когнитивной эволюции, осмысление с помощью моделей эволюционного происхождения мышления человека.

Для серьезной постановки работ в этом направлении целесообразно: 1) выделить ключевую проблему, 2) указать задел исследований, 3) наметить методы исследования, 4) предложить контуры программы будущих исследований когнитивной эволюции.

**Ключевая проблема – проблема происхождения правил логического вывода.** Можно ли исследовать, как произошли правила логического вывода, используемые математиком? Да, можно. Одно из элементарных правил, которое использует математик в логических заключениях – правило *modus ponens*: "если имеет место *A*, и из *A* следует *B*, то имеет место *B*", или  $\{A, A \rightarrow B\} \Rightarrow B$ . Перейдем от математика к собаке, у которой вырабатывают классический условный рефлекс. В памяти собаки формируется связь "за УС должен последовать БС" (УС – условный стимул, БС – безусловный стимул). Когда после выработки рефлекса собаке предъявляют УС, то она, "помня" о хранящейся в ее памяти "записи" УС  $\rightarrow$  БС, делает элементарный "вывод"  $\{УС, УС \rightarrow БС\} \Rightarrow БС$ . И собака ожидает БС. Конечно, применение правила *modus ponens* (чисто дедуктивное) математиком и индуктивный "вывод", который делает собака, явно различаются. Но можем ли мы думать об эволюционных корнях логических правил, используемых в математике? Да, вполне можем – умозаключение математика и "индуктивный вывод" собаки качественно аналогичны. При этом

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 07-01-00180).

результат эволюции – правила логического вывода – известны и достаточно хорошо формализованы [3]. В основе этих выводов – элементарные правила, подобные *modus ponens*.

**Направление исследований "Адаптивное поведение" – задел моделирования когнитивной эволюции.** Это активно развивающееся направление исследований сформировалось в начале 1990-х годов [4]. Основной подход направления – конструирование и исследование искусственных (в виде компьютерной программы или робота) "организмов", способных приспосабливаться к внешней среде. Эти организмы называются "*аниматами*" (от англ. *animal* и *robot*: *animal* + *robot* = *animat*). Исследователи адаптивного поведения разрабатывают такие модели, которые применимы к описанию поведения как реального животного, так и искусственного анимата. Дальняя цель этих работ (пока еще явно нереализованная) – анализ эволюции когнитивных способностей животных и происхождения интеллекта человека.

**Феноменологический подход – методология исследования когнитивной эволюции.** В "Адаптивном поведении" часто используется *феноменологический подход*: предполагается, что существуют формальные правила поведения, и эти правила не обязательно связаны с конкретными микроскопическими нейронными или молекулярными структурами, которые есть у живых организмов. Естественно ожидать, что для моделирования когнитивной эволюции феноменологический подход должен быть эффективен, так как очень трудно сформировать целостную картину познавательных способностей на основе анализа всего сложного многообразия функционирования нейронов, синапсов, молекул.

**Контур программы будущих исследований когнитивной эволюции.** Приведем пункты, соответствующие последовательным этапам исследований.

- Моделирование адаптивного поведения аниматов с несколькими естественными потребностями: питания, размножения, безопасности.
- Исследование перехода от физического уровня обработки информации в нервной системе животных к уровню обобщенных образов, уровню понятий (аналогов слов).
- Исследование процессов формирования причинной связи в памяти животных. Анализ роли прогнозов в адаптивном поведении.
- Моделирование процессов формирования "логических выводов" при поведении животных. Сопоставление логики поведения животных с логикой математических доказательств.

Перечисленные пункты очерчивают круг исследований от моделирования простейших форм поведения к логическим правилам, используемым в математике. Работы в этих направлениях уже ведутся, но четкой последовательности серьезных, канонических моделей еще нет.

## Литература

1. Кант И. Пролегомены ко всякой будущей метафизике, могущей появиться как наука. Соч. в 6-ти томах. Т. 4, часть 1. М.: Мысль, 1965. С. 67-210.
2. Lorenz K. Kant's doctrine of the a priori in the light of contemporary biology // In H. Plotkin (Ed.). *Learning, Development and Culture: Essays in Evolutionary Epistemology*. New York: Wiley, 1982. PP. 121-143.
3. Математическая теория логического вывода (под ред. А.В. Идельсона и Г.Е. Минца). М.: Наука, 1967.
4. От моделей поведения к искусственному интеллекту. Серия "Науки об искусственном" (под ред. В.Г. Редько). М.: УРСС, 2006.