

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ОТДЕЛЕНИЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ НАУК РАН
ИНСТИТУТ ФИЛОСОФИИ РАН
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РАН
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИМ.В.А. ТРАПЕЗНИКОВА РАН
НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО МЕТОДОЛОГИИ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ РАДИОТЕХНИКИ, ЭЛЕКТРОНИКИ И АВТОМАТИКИ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА**

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: ФИЛОСОФИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, ИННОВАЦИИ

**МАТЕРИАЛЫ ПЛЕНАРНОГО ЗАСЕДАНИЯ
VII Всероссийской конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых**

**13–15 ноября 2013 г.
МГТУ МИРЭА**

**Москва
2013**

УДК 100.32
ББК 32.813
И 86

Под редакцией: д. филос. н. Е. А. Никитиной

И 86 Искусственный интеллект: философия, методология, инновации. Материалы пленарного заседания VII Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, г. Москва, МГТУ МИРЭА, 13–15 ноября 2013 г. Под ред. д. филос. н. Е. А. Никитиной. — М.: Радио и связь, 2013. — 64 с.

В Материалах пленарного заседания обсуждаются актуальные проблемы и перспективы моделирования когнитивной эволюции, эпистемологические проблемы конвергенции нанотехнологий, биотехнологий, информационных технологий, когнитивных и социальных технологий (НБИКС-конвергенции), философские проблемы искусственного интеллекта.

Инновации рассматриваются в аспекте взаимодействия власти, бизнеса, общества, а также влияния на качество жизни людей.

**Издание осуществлено при финансовой поддержке
РГНФ. Проект №13-03-14043.**

ISBN 978-5-94101-280-0

© МГТУ МИРЭА, 2013
© Авторы, 2013

КАК ИССЛЕДОВАТЬ ЭВОЛЮЦИОННОЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТА?

В. Г. Редько

НИИ системных исследований РАН
vgredko@gmail.com

1. Введение

Каково происхождение интеллекта человека? Можно ли с помощью математического и компьютерного моделирования представить эволюционные процессы происхождения человеческого мышления? Почему наше мышление таково, каково оно есть? Почему оно применимо в научном познании?

В настоящей статье обсуждается направление исследований, которое связано с этими интригующими вопросами. Речь пойдет о моделировании когнитивной эволюции, эволюции познавательных способностей биологических организмов, той эволюции, в процессе которой произошло наше логическое мышление.

Причем моделирование когнитивной эволюции — это междисциплинарное направление исследований, связанное с основаниями математики, с теорией познания, с когнитивной наукой, с биологическими исследованиями, с работами в области вычислительных наук.

В настоящей статье аргументируется, что актуальность исследований когнитивной эволюции связана с глубокой гносеологической проблемой: почему формальное логическое человеческое мышление, казалось бы, совсем не связанное с реальным физическим миром, применимо к познанию природы? Показано, что имеются заделы моделирования когнитивной эволюции, развиваемые в целом ряде направлений вычислительных наук. Обсуждаются перспективы моделирования когнитивной эволюции.

2. Гносеологическая проблема

Наиболее серьезные и глубокие когнитивные процессы — это процессы научного познания. Но насколько способен человек познавать внешний мир? Почему формальный логический вывод, сделанный *человеком*, применим к реальным объектам *в природе*? Поясним эти вопросы. Рассмотрим, например, физику, одну из фундаментальных естественнонаучных дисциплин. Мощь физики связана с эффективным применением математики. Но математик делает логи-

ческие выводы, доказывает теоремы независимо от внешнего мира, используя свое мышление. Почему же эти выводы применимы к реальной физической природе?

Близкие вопросы давно интересовали ученых. В 1781 году появилась знаменитая «Критика чистого разума» И. Канта [1], а два года спустя вышло популярное изложение «Критики...» «Пролегомены ко всякой будущей метафизике, могущей появиться, как наука» (Термин пролегомены означает предварительные рассуждения, введение в изучение). [2]. И. Кант провел исследование познавательных процессов в определенном приближении — приближении фиксированного мышления взрослого человека. Он не задавался вопросом, откуда берутся познавательные способности, он констатировал факт, что они существуют, и исследовал их работу. В результате этого анализа И. Кант пришел к выводу, что существует система категорий, концепций, логических правил и методов вывода, которые используются в познании природы. Эта система «чистого разума» имеет априорный характер — она существует в нашем сознании прежде всякого опыта — и является основой научного познания природы.

Приближение фиксированного мышления человека наложило свой отпечаток: И. Кант утверждает — и в рамках данного приближения вполне логично, — что так как «чистый разум» априорен, то наш рассудок в познавательном процессе предписывает свои законы природе [2]:

«...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».

Наверно, во времена И. Канта было разумно ограничиться приближением фиксированного мышления взрослого человека — все сразу не охватишь. Кроме того, не было еще теории происхождения видов Ч. Дарвина. Естественно, что после появления этой теории должна была произойти ревизия концепции априорного «чистого разума». И она произошла. Очень четко ее выразил один из основателей этологии (науки о поведении животных) лауреат Нобелевской премии К. Лоренц в статье «Кантовская концепция a priori в свете современной биологии» (1941 г.) [3]. Согласно К. Лоренцу кантовские априорные категории и другие формы «чистого разума» произошли в результате естественного отбора. Составляющие «чистого разума» возникали постепенно в процессе эволюции, в результате многочисленных взаимодействий с внешним миром. В эволюционном контексте «чистый разум» совсем не априорен, а имеет явные эволюционные эмпирические корни.

Фактически, И. Кант и К. Лоренц показали, что если не рассматривать эволюционное происхождение методов познания, то нет ответа на ключевой вопрос о применимости логического мышления человека к познанию природы.

3. Можно ли в принципе вести исследования когнитивной эволюции?

Как же разобраться в происхождении логических форм мышления? Можно ли промоделировать это происхождение? Какие методы использовать? Как такие исследования связаны с основаниями науки, основаниями математики? Есть ли задел работ по моделированию эволюции познавательных способностей животных? Далее обсуждаются перечисленные вопросы. Но, прежде всего, кратко остановимся на вопросе: можно ли вообще в принципе вести такие исследования?

Итак, можно ли проследить эволюционные корни логических правил, используемых в дедуктивных доказательствах? По мнению автора настоящей статьи, да, можно.

Приведем следующую аналогию. Одно из элементарных правил, которое использует математик в логических заключениях, — правило modus ponens: «если имеет место \hat{A} , и из \hat{A} следует \hat{B} , то имеет место \hat{B} », или

$$\frac{A, A \rightarrow B}{B} .$$

Перейдем от математика к собаке, у которой вырабатывают классический условный рефлекс. При выработке рефлекса в памяти собаки формируется связь «за УС должен последовать БС» (УС — условный стимул, БС — безусловный стимул). Когда после выработки

$$\frac{УС, УС \rightarrow БС}{БС} .$$

рефлекса собаке предъявляют УС, то она, помня о хранящейся в ее памяти «записи» УС \rightarrow БС, делает элементарный «вывод»

И собака ожидает БС. Например, в опытах И.П. Павлова после выработки условного рефлекса собака после сигнала звонка (УС) ожидает появления пищи (БС), и у собаки происходит слюноотделение.

Конечно, чисто дедуктивное применение формального правила *modus ponens* математиком и основанный на обобщении опыта индуктивный «вывод», который делает собака, явно различаются. Тем не менее, и в первом и во втором случаях речь идет о следственной связи между математическими утверждениями либо событиями: из \hat{A} следует \hat{A} , за УС следует БС.

Итак, применение правила *modus ponens* при дедуктивном выводе аналогично «выводу» на основе классического условного рефлекса. Указанная аналогия позволяет задуматься об эволюционных корнях логических правил, используемых в математике.

Таким образом, можно анализировать эволюционные корни логического мышления и строить модели эволюционного происхождения логических правил, используемых в научном познании. Естественно, что при моделировании когнитивной эволюции целесообразно рассматривать использование познавательных способностей животных при их приспособлении к внешней среде. Познавательные свойства были полезны для животных и закреплялись в процессе естественного отбора.

При этом результат эволюции — правила логического вывода, используемые при математических доказательствах, — известны и достаточно хорошо формализованы [4]. В основе этих выводов — элементарные правила, такие как *modus ponens*. Важно подчеркнуть, что были и попытки пересмотра оснований математики в близком к исследованиям когнитивной эволюции контексте. В статье В.Ф. Турчина (1987 г.) [5] предпринята весьма нетривиальная попытка пересмотра оснований математики и рассмотрена возможность построения предиктивных логических правил в контексте теории множеств и кибернетического подхода к обоснованию математики.

Как же конкретно вести моделирование когнитивной эволюции? По мнению автора, было бы целесообразно с помощью математических и компьютерных моделей представить общую картину эволюции когнитивных способностей животных и эволюционного происхождения интеллекта человека.

Есть ли задел моделирования когнитивной эволюции? Оказывается, что да, такой задел есть. В настоящее время в нескольких научных направлениях ведутся исследования, которые могут быть использованы при моделировании когнитивной эволюции. Эти направления таковы: «Адаптивное поведение», «Искусственная жизнь», «Когнитивные архитектуры», научные основы искусственного интеллекта. В основном это работы по основанным на биологических аналогиях математическим и компьютерным моделям автономных агентов с когнитивными свойствами. Кратко охарактеризуем эти направления.

4. Заделы исследований когнитивной эволюции

Адаптивное поведение. Направление исследований «Адаптивное поведение» сформировалось в начале 1990-х годов [6]. Основной подход этих исследований — конструирование и изучение искусственных «организмов» (в виде компьютерной программы или робота), способных приспосабливаться к переменной внешней среде. Исследователи адаптивного поведения разрабатывают такие модели, которые применимы к описанию поведения как реального животного, так и искусственного модельного организма. Дальняя цель этих работ — анализ эволюции когнитивных способностей животных в контексте происхождения интеллекта человека — близка к задаче моделирования когнитивной эволюции. Работы отечественных исследователей адаптивного поведения представлены в сборнике [7].

Хотя «официально» направление «Адаптивное поведение» сформировалось в начале 1990-х годов, были явные провозвестники этого направления. Приведем примеры из истории отечественной науки.

В 1960-х годах блестящий кибернетик и математик М.Л. Цетлин предложил и исследовал модели автоматов, способных адаптивно приспосабливаться к окружающей среде. Работы М.Л. Цетлина инициировали целое научное направление, получившее название «когнитивное поведение автоматов» [8].

В 1960-70-х годах под руководством талантливого кибернетика М.М. Бонгарда был предложен весьма нетривиальный проект «Животное», характеризующий целенаправленное адаптивное поведение искусственных организмов [9].

Хороший обзор ранних работ по адаптивному поведению представлен в книге М.Г. Гаазе-Рапопорта, Д.А. Поспелова «От амёбы до робота: модели поведения» [10].

Искусственная жизнь. Близким направлением к «Адаптивному поведению» является интересное направление исследований «Искусственная жизнь», оно сформировалось в конце 1980-х годов [11]. Основной мотивацией исследований искусственной жизни служит желание понять и промоделировать формальные принципы организации биологической жизни. Как сказал руководитель первой международной конференции по искусственной жизни К. Лангтон, «основное предположение искусственной жизни состоит в том, что «логическая форма» организма может быть отделена от материальной основы его конструкции».

Сторонники направления «Искусственная жизнь» часто считают, что они исследуют более общие формы жизни, чем те, которые су-

ществуют на Земле. Т.е. изучается жизнь, какой она могла бы в принципе быть (“life-as-it-could-be”), а не обязательно та жизнь, какой мы ее знаем (“life-as-we-know-it”). Искусственная жизнь — это синтетическая биология, которая по аналогии с синтетической химией пытается воспроизвести биологическое поведение в различных средах. Это жизнь, созданная человеком, а не природой (“life made by Man rather than by Nature”). Исследования искусственной жизни направлены не только на теоретические исследования свойств жизни, но и (аналогично синтетической химии) на практические приложения, такие как подвижные роботы, медицина, нанотехнология, исследования «жизни» социальных и экономических систем. Обзор ранних работ в этом направлении содержится в [12].

Когнитивные архитектуры. Под когнитивными архитектурами понимаются структуры и принципы функционирования познающих систем, которые можно использовать в искусственном интеллекте. Обзор исследований в этом направлении содержится в работе [13]. В последние годы большое внимание уделяется биологически инспирированным когнитивным архитектурам [14].

Автономные агенты. Это близкое к когнитивным архитектурам направление исследований, в котором большое внимание уделяется основанным на биологических аналогиях автономным агентам и компьютерным моделям агентов, обладающих когнитивными и некоторыми интеллектуальными свойствами. Обзор исследований по автономным агентам содержится в работе [15].

Необходимо подчеркнуть, что автономные агенты вполне могут рассматриваться как объединяющее понятие для указанных направлений. Работы по автономным агентам ведутся как со стороны биологических наук — агенты вполне естественно могут моделировать биологические организмы, — так со стороны вычислительных наук — можно изучать модели и искусственные аналоги (например, роботы) организмов. Вполне естественно изучать познавательные свойства и знания автономных когнитивных агентов. Также разумно исследовать эволюцию популяций агентов и коммуникации и обмен информацией между агентами.

5. Примеры моделей автономных когнитивных агентов

Приведем два примера моделей автономных агентов, обладающих когнитивными свойствами.

Нейробиологическая модель адаптивного поведения, разработанная в Институте нейронаук. В Институте нейронаук, руководимом лауреатом Нобелевской премии Дж. Эдельманом (сайт ин-

ститута: <http://www.nsi.edu>), более 25 лет ведутся разработки поколений моделей работы мозга (Darwin I, Darwin II, ...). Основное внимание при этом уделяется попыткам понимания работы мозга путем построения моделей мозга.

Приведем пример конкретной нейробиологической модели, разработанной в Институте нейронаук. Речь пойдет о роботоподобном устройстве Дарвин X, система управления которого построена на базе моделей мозга. Иначе это устройство называется NOMAD (Neurally Organized Mobile Adaptive Device).

Принципы моделирования NOMAD'a состоят в следующем:

- 1) устройство помещается в реальную физическую среду,
- 2) имеется некоторая поведенческая задача, которую должно решать устройство,
- 3) поведение устройства контролируется модельной нервной системой, которая отражает архитектуру мозга и динамику процессов в мозге,
- 4) поведение устройства и процессы в модельной нервной системе должны допускать сравнение с экспериментальными биологическими данными.

В одной из работ по NOMAD'у [16] было промоделировано поведение мыши в лабиринте Морриса.

Исследования поведения мыши или крысы в лабиринте Морриса — один из канонических биологических экспериментов, который состоит в следующем. Имеется бассейн с непрозрачной жидкостью (например, это может быть вода, подкрашенная молоком), на бортах бассейна есть разные рисунки, которые мышь видит и может использовать для ориентировки. В определенном месте бассейна есть скрытая от зрения мыши платформа (находящаяся неглубоко под водой), которую мышь может найти и тем самым спастись — не утонуть. Мышь бросают в бассейн, она плавает некоторое время и либо находит платформу и спасается, либо начинает тонуть (тогда ее спасает экспериментатор). После ряда экспериментов мышь начинает использовать рисунки на бортах бассейна и, ориентируясь по рисункам, находить платформу за достаточно короткое время.

Поведение NOMAD'a в лабиринте Морриса моделировалась следующим образом [16]. NOMAD представлял собой подвижное устройство на колесах, управляемое нейронной сетью, состоящей из 90 000 нейронов, в которой было выделено 50 различных нейронных областей, в частности, были выделены несколько областей гиппокампа. В сети было 1.4·10⁶ синаптических контактов между нейронами. Программно нейронная сеть была реализована на основе компьютерного кластера. При моделировании детально исследовались процессы, происходящие в разных нейронных областях.

Сенсорная система NOMAD'a включала зрение, обонятельную систему, позволяющую отслеживать свои собственные следы, систему инфракрасных приемников-излучателей, обеспечивающую избегание столкновений, и специальный детектор скрытой от зрения платформы, позволяющий обнаруживать эту платформу только тогда, когда NOMAD находился непосредственно над ней.

NOMAD помещался в комнату, в которой была скрытая платформа; на стенах комнаты были разноцветные полосы — ориентиры. В начале каждого из компьютерных экспериментов NOMAD помещался в разные участки комнаты, задача NOMAD'a была найти скрытую платформу. Обучение нейронных сетей NOMAD'a осуществлялось по модифицированному правилу Хебба (увеличение или уменьшение веса синаптической связи между активными нейронами) на основе поощрений (получаемых при нахождении скрытой платформы) и наказаний (получаемых при приближении к стенам комнаты).

Было продемонстрировано, что

- 1) NOMAD самостоятельно обучается находить платформу, ориентируясь по полосам на стенах комнаты, причем обучается достаточно быстро (за 10–20 попыток);
- 2) в модельном гиппокампе формируются нейроны места, активные только тогда, когда NOMAD находится в определенных участках комнаты;
- 3) в модельном гиппокампе формируются связи между отдельными нейронными областями, отражающие причинно-следственные зависимости.

Итак, изложенная модель представляет собой интересное компьютерное исследование самообучающегося адаптивного устройства, хорошо продуманное с биологической точки зрения и дающее понимание функционирования определенных структур мозга.

Бионическая модель поискового адаптивного поведения.

Одно из актуальных направлений исследований в рамках моделирования адаптивного поведения — имитация поискового поведения животных. В нашей работе [17] исследовано поисковое поведение на примере личинок ручейников *Chaetopteryx villosa*, обитающих на дне водоемов. Личинки носят на себе защитный «домик» — трубку из песчинок и других частиц, собираемых со дна водоемов. Частицы скрепляются между собой по краям с помощью клейкой белковой нити. Строительство домика требует меньше времени, усилий и белка, если личинки используют относительно крупные и плоские частицы. Однако поиск крупных частиц на дне водоема требует затрат времени и энергии, не известных личинке заранее. Задача осложняется еще и тем, что личинки при поиске частиц не пользуются зрени-

ем и могут обнаружить частицу и определить её размер только на ощупь, что требует дополнительных затрат времени.

В [17] построена компьютерная модель поискового поведения личинок ручейников, строящих чехол-домик из частиц разного размера и ведущих поиск скоплений подходящих частиц. Модель сопоставлялась с результатами биологического эксперимента, в котором личинки строили чехол-домик из крупных и мелких частиц.

При этом удачная модель была построена не сразу. Сначала мы попробовали построить модель так, чтобы модельные личинки максимизировали скорость роста площади домика. Такая модель работала, но она не соответствовала биологическому эксперименту. В биологическом эксперименте личинки строили домик в основном из крупных частиц (экономя усилия и склеивающую частицы нить), а в модели домик строился преимущественно из мелких частиц.

После этого мы учли, что поисковое поведение личинок можно представить как чередование двух тактик: 1) сбор и прикрепление частиц на одном и том же участке и 2) поиск нового участка с подходящими частицами. Переключение между поведенческими тактиками инерционно: личинка не сразу покидает участок, на котором она нашла крупные частицы, а затем встречала только мелкие, так как на этом участке крупные частицы могут еще встретиться, и не всегда сразу начинает сбор частиц, если встретила только одна крупная частица, так как эта частица могла встретиться случайно.

Основываясь на понимании такого инерционного переключения между тактиками поведения, мы ввели и использовали понятие мотивации M к прикреплению частиц. И считали, что если мотивация M была достаточно велика, то происходил сбор и прикрепление частиц к домику, если M была мала, то модельная личинка искала новое место с подходящими размерами частиц. Динамика регулирующей поведение мотивации M учитывала инерцию переключения между тактиками поведения, случайные вариации и направленное изменение мотивации. Направленное изменение M состояло в следующем: если модельная личинка тестировала крупную частицу после мелкой, то мотивация M к прикреплению следующих частиц повышалась, если, наоборот, тестировалась мелкая частица после крупной, то M понижалась. Важно, что в модель вводились знания личинки о размерах последних протестированных и прикрепленных частиц и эти знания использовались личинками.

Новая модель, основанная на понятии мотивации M к прикреплению частиц и на знаниях о размерах последних протестированных и прикрепленных частиц, оказалась удачной. Она хорошо согласовывалась с биологическими экспериментальными данными: как в экс-

перименте, так и в модели к домику преимущественно прикреплялись крупные частицы, среднее число прикрепленных частиц практически совпадало у реальных и модельных личинок.

Когнитивные свойства личинок в нашей модели были простыми: личинки использовали знания о размерах протестированных и прикрепленных частиц. Но, тем не менее, эти когнитивные свойства, хоть и простые, были весьма существенными.

В этом разделе были очерчены два примера моделей, близких к моделированию когнитивной эволюции. Далее перейдем к биологическим экспериментам, демонстрирующим нетривиальные познавательные способности живых организмов, иногда эти способности называют элементарным мышлением животных.

6. Биологические эксперименты по элементарному мышлению животных

В последние годы проведены интересные биологические исследования, показывающие, что элементарные формы мышления присущи не только высшим животным, но и достаточно простым, например, насекомым (пчелам, муравьям), а также врановым птицам, которые способны самостоятельно создавать и целесообразно использовать «орудия труда». В данном разделе кратко характеризуются биологические экспериментальные данные и некоторое связанное с ними моделирование.

Пчелы сообщают другим пчелам, где искать медоносные цветы. Еще в 1920-е годы Карл фон Фриш начал исследования способа передачи пчелами информации друг другу. К. фон Фриш обратил внимание на то, что возвращающиеся в улей пчелы-сборщицы совершают танец, привлекающий внимание других пчел. Угол, составленный между осью танца и вертикалью, соответствует углу между направлением на пищу и направлением на солнце. Причем этот угол для танцующей пчелы меняется в соответствии с движением солнца. Скорость танца соответствует расстоянию между пищей и ульем. Танцующая пчела также пахнет, ее запах характеризует медоносный цветок. Другие пчелы наблюдают этот танец и затем находят те цветы, с которых прилетела танцующая пчела (на расстоянии до нескольких километров). Долгое время результаты К. фон Фриша вызывали споры, которые продолжались и после того, как в 1973 г. К. фон Фриш получил за свое открытие Нобелевскую премию.

Интересно, что в 1990-е годы Б. Андерсен и А. Михельсен создали искусственную пчелу-робота, которая также танцевала и с помощью танца передавала информацию живым пчелам. Размер робота был близок к размеру пчелы. И живые пчелы воспринимали этого

робота вполне естественно. Живые пчелы летели из улья на поляну, руководствуясь указаниями пчелы-робота. Подробнее об этой задаче символической информации см. обзор Ж.И. Резниковой [18].

Муравьи могут передавать информацию со скоростью около 1 бита в минуту и запоминать небольшие целые числа. В семье рыжих лесных муравьев можно выделить рабочие группы, состоящие из одного муравья-разведчика и 3–8 муравьев-фуражиров. Каждый разведчик, найдя пищу, вступает в контакт со своей группой и передает фуражирам информацию, где нужно искать пищу. В экспериментах и расчетах Ж.И. Резниковой и Б.Я. Рябко исследовалось поведение муравьев с помощью специально изготовленных ветвящихся лабиринтов небольшой глубины: каждый путь разветвлялся на два, было до 5–6-ти развилочек в лабиринте. Было установлено, что муравьи-разведчики могли запомнить путь к кормушке, а затем путем контактов с фуражирами передавать им информацию о том, в каком месте лабиринта находится пища [18, 19]. Зная глубину лабиринта и время контакта, Ж.И. Резникова и Б.Я. Рябко определяли количество информации, передаваемой разведчиками фуражирам, и скорость передачи этой информации. В результате оказалось, что скорость передачи информации составляла около 1 бита в минуту.

Причем, если путь был достаточно простой, например, в каждой развилке лабиринта надо было поворачиваться только в левую ветку, то разведчики могли использовать «сжатую» информацию и передавать ее фуражирам с большей скоростью. То есть, муравьи-разведчики не только передавали информацию муравьям-фуражирам, но и обладали способностью сжимать информацию и передавать ее фуражирам в сжатом виде. Образно говоря, муравьи способны не только использовать информацию по Шеннону, но информацию по Колмогорову.

Кроме этого, была продемонстрирована способность муравьев к простому счету чисел. Исследовалась передача информации между муравьями-разведчиками и фуражирами для более простых лабиринтов-гребенок, состоящих из одного основного канала, от которого ответвляются в одну сторону одинаковые каналы (до 40 веток) [19]. Пища находилась в одном из ответвлений. Муравьи оказались способными запоминать и передавать друг другу сведения о номере ветки, т.е. они умели определенным образом считать.

Новокаледонские вороны могут изобретать способ изготовления орудий труда. Обычно в природе новокаледонские вороны (Новая Каледония — остров к востоку от Австралии) могут обкусывать веточки так, что получаются простые орудия: заостренные палочки или крючки. На заостренную палочку ворона может насажи-

вать личинки насекомых, а крючком вытаскивать личинок из-под коры.

В университете Оксфорда проводили исследования с воронами, находившимися долгое время в неволе [20]. Двум воронам (молодой самке и самцу постарше) предлагали добывать ведро с пищей со дна прозрачного вертикального цилиндра. Рядом с цилиндром были прямая проволочка и проволочка, согнутая крючком. Ведро можно было вытащить крючком, но не прямой проволокой. Раньше с проволокой вороны дела не имели. Тем не менее, они сразу поняли, что ведро можно вытащить с помощью крючка.

Неожиданность произошла, когда самец утащил крючок. Тогда самка сначала попыталась подцепить ручку ведра прямым куском проволоки (что было безуспешно), а потом научилась делать из прямой проволоки крючок, зажимая один конец проволоки в одной из щелей экспериментальной установки и загибая проволоку. А затем с помощью изготовленного ей крючка доставала ведро с пищей. В дальнейшем, если крючок убрали, а оставляли прямую проволоку, ворона сразу делала крючок и доставала пищу.

А что делал самец? Казалось бы, он должен был перенять опыт самки. Но, по-видимому, психология у него была другая. Самец не перенял опыт самки, он наблюдал за ней и примерно в трети случаев отнимал у нее пищу.

Таким образом, ворона сама, без какого-либо обучения, без каких-либо инструкций, изобрела способ изготовления орудия труда. Подробнее об очерченном эксперименте см. [20] и сайт исследователей новокаледонских ворон университета Оксфорда:

<http://users.ox.ac.uk/~kgroup/index.html>,

<http://users.ox.ac.uk/~kgroup/tools/introduction.shtml>.

Новокаледонские вороны могут мысленно составлять планы цепочек целенаправленных действий. Еще одно интересное исследование с новокаледонскими воронами провели исследователи из Новой Зеландии [21]. Задание для ворон состояло из 3 следующих частей. 1) Сначала надо было подтянуть к себе шнуром и освободить от шнура маленькую палочку, которая висела на шнуре. 2) Затем с помощью маленькой палочки достать из одного зарешеченного контейнера длинную палочку. 3) Наконец, с помощью длинной палочки надо было достать пищу из второго контейнера. Причем, без короткой палочки нельзя было достать длинную, а короткой палочкой нельзя было дотянуться до пищи во втором контейнере. То есть весь процесс добывания пищи должен был состоять из трех четко определенных последовательных шагов, на которых надо было использовать все три «инструмента»: шнур, маленькую палочку, длинную палочку.

Предварительно вороны тренировались в более простых условиях: они могли использовать часть или все эти инструменты по отдельности. Когда им нужно было выполнить полное задание из трех шагов, то более тренированные вороны, которые имели опыт использования всех трех инструментов по отдельности, выполняли задание с первого раза. А менее тренированные вороны, которые предварительно освоили инструменты частично, выполняли задание не всегда с первого раза, но, тем не менее, тоже достаточно быстро научились с ним справляться.

Таким образом, вороны научились продумывать план решения новой задачи, мысленно связывая в плане отдельные элементы ранее освоенного опыта. Причем менее тренированные сумели не только мысленно объединить в плане элементы решения, но и догадаться до того, как выполнить недостающий элемент задания.

«Пространственный интеллект», запоминание и использование когнитивных карт. Многие животные (птицы, грызуны, насекомые), ориентируясь в пространстве или запасая корм, формируют в своей памяти когнитивные карты местности. Например, колумбийские сойки, обитающие на юго-западе США, в конце лета начинают собирать семена сосны. Наполнив подъязычный мешок, сойка улетает на расстояние до нескольких километров, чтобы припрятать семена на южных склонах холмов, где зимой бывает мало снега. Птица может запастись до 33 000 семян, по 4–5 штук в одном месте, т. е. получается несколько тысяч тайников. Зимой и весной птица навещает в те места, в которых она прятала пищу в конце лета, и выкапывает пищу из своих складов. Итак, сойка запоминает и использует весьма нетривиальную когнитивную карту местности. Подробнее о различных формах пространственного интеллекта животных см. [18].

В заключение раздела подчеркнем, что экспериментальные биологические работы и моделирование когнитивных свойств биологических организмов по смыслу близки друг к другу, и возможно налаживание серьезных и интересных перспективных междисциплинарных связей между этими исследованиями. Можно двигаться навстречу другу представителям разных дисциплин: биологам и специалистам точных наук. Более того, целесообразно сочетание между экспериментальными (биологические эксперименты) и теоретическими (моделирование когнитивных способностей) исследованиями, подобное эффективному сочетанию работ между экспериментальной и теоретической физикой.

7. Контуры программы будущих исследований когнитивной эволюции

Возвращаемся к основному обсуждаемому направлению исследований — моделированию когнитивной эволюции.

Отталкиваясь от анализа биологических экспериментов по когнитивным свойствам живых организмов, от уже разработанных моделей познавательных способностей организмов, можно предложить следующие этапы моделирования когнитивной эволюции.

А) Моделирование адаптивного поведения автономных агентов с несколькими естественными потребностями: питание, размножение, безопасность. Это могло бы быть моделирование достаточно естественного и полноценного поведения простых модельных организмов. Моделирование в этом направлении уже начато, см. ниже.

Б) Исследование перехода от физического уровня обработки информации в нервной системе животных к уровню обобщенных образов. Такой переход можно рассматривать, как появление в «сознании» животного свойства «понятие». Обобщенные образы можно представить как мысленные аналоги наших слов, не произносимые животными, но реально используемые ими. Использование понятий приводит к существенному сокращению и требуемой памяти, и времени обработки информации, поэтому оно должно быть эволюционно выгодным.

В) Исследование процессов формирования причинных связей в памяти животных. Запоминание причинно-следственных связей между событиями во внешней среде и адекватное использование этих связей в поведении — одно из ключевых свойств активного познания животным закономерностей внешнего мира. Такая связь формируется, например, при выработке условного рефлекса: животное запоминает связь между условным стимулом (УС) и следующим за ним безусловным стимулом (БС), что позволяет ему предвидеть события в окружающем мире и адекватно использовать это предвидение.

Естественный следующий шаг — переход от отдельных причинных связей к логическим выводам на основе уже сформировавшихся знаний.

Г) Исследование процессов формирования логических выводов в «сознании» животных. Фактически, уже на базе классического условного рефлекса животные способны делать «логический вывод» вида: $\{O\tilde{N}, O\tilde{N} \rightarrow A\tilde{N}\} \Rightarrow A\tilde{N}$ или «Если имеет место условный стимул, и за условным стимулом следует безусловный, то нужно ожидать появления безусловного стимула». В определенной степени такие выводы подобны выводам математика, доказывающего теоре-

мы. И целесообразно разобраться в системах подобных выводов, понять, насколько адаптивна логика поведения животных и насколько она подобна нашей, человеческой логике.

Д) Исследование коммуникаций, возникновения языка. Наше мышление тесно связано с языком, с языковым общением между людьми. Поэтому целесообразно проанализировать: как в процессе биологической эволюции возник язык общения животных, как развитие коммуникаций привело к современному языку человека, как развитие коммуникаций и языка способствовало развитию логики, мышления, интеллекта человека.

Перечисленные пункты очерчивают круг исследований от моделирования простейших форм поведения к логическим правилам, используемым в математике. Опираясь на эти пункты, мы начали соответствующее моделирование.

8. Начальные шаги моделирования

Модель автономных агентов с естественными потребностями. В работе [22] построена и исследована компьютерная модель автономных агентов, обладающих естественными для живых организмов потребностями: питание, безопасность и размножение. Эта модель соответствует пункту А предложенных выше контуров программы.

В модели предполагалось, что в каждый такт времени одна из потребностей агента была наиболее приоритетной. Система управления агента была основана на наборе правил вида: $S_k \rightarrow A_k$ (в ситуации S_k нужно выполнить действие A_k). Ситуация S_k определялась активностью хищника рядом с агентом, предыдущим действием агента и приоритетной потребностью. Каждый такт времени агент мог выполнять одно из следующих действий A_k : 1) поиск пищи, 2) питание, 3) подготовка к размножению, 4) размножение, 5) оборона от хищника, 6) покой. Каждое правило имело свой вес W_k . Веса правил W_k настраивались методом обучения с подкреплением [23] в соответствии с результатами действий, направленными на удовлетворение приоритетных потребностей. Отметим, что метод обучения с подкреплением — хорошо известный метод обучения, он основан на получаемых агентом положительных и отрицательных наградах, получаемых агентом при поощрениях и наказаниях. Причем в этом методе предусмотрена процедура переоценки последовательно выполняемых действий, направленная на максимизацию суммарной награды, которую можно получить в будущем.

В результате компьютерного моделирования было показано, что формируется цикличность поведения агента. В цикле агент сначала накапливает свой энергетический ресурс путем питания, затем его действия направлены на максимизацию безопасности, т.е. защиты от хищников, а когда обе потребности (пищевая и потребность безопасности) удовлетворены, агент размножается. При размножении агент отдает часть своего ресурса рожденному потомку, поэтому ему необходимо пополнить свой ресурс посредством питания. После размножения действия агента снова направлены на питание, и цикл «питание → оборона → размножение» повторяется.

Таким образом, было показано, что происходит формирование циклов поведения агентов, в которых последовательно удовлетворяются потребности питания, безопасности и размножения. Подробнее об этой модели рассказано в [22].

Модель формирования обобщенных эвристик и простых обобщенных образов. Формирование обобщенных эвристик и простых обобщенных образов (пункт А контуров программы) в процессе обучения агентов при поиске агентами пищи в двумерной клеточной среде было продемонстрировано в модели [24]. Схема такого агента показана на рис. 1. Модель предполагала, что в части клеток были порции пищи. При съедании пищи ресурс агента пополнялся. Система управления агента, как и в предыдущей модели, была основана на правилах вида $S \rightarrow A$ (S — ситуация, A — действие), веса правил оптимизировались методом обучения с подкреплением.

В результате обучения агент формировал обобщающие эвристики. Эти эвристики таковы: если имеется пища в той же клетке, в которой находится агент, то нужно съесть пищу; если в клетке агента нет пищи, но есть пища в клетке впереди или справа/слева от агента, то нужно выполнить действие «перемещение вперед» или «поворот направо/налево». Использование эвристик приводило к формированию последовательных цепочек действий, приводящих к пополнению ресурса агента.

Дополнительно в компьютерную программу вводилась процедура усреднения: вычислялось среднее число применений данного действия для той или иной ситуации. В результате усреднения агент самостоятельно формировал простые обобщенные образы или внутренние понятия: «имеется пища в моей клетке», «имеется пища в клетке впереди меня», «имеется пища в клетке справа/слева от меня».

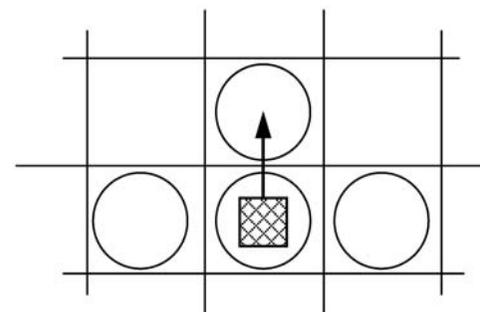


Рис. 1. Схема агента в двумерной клеточной среде. Агент обозначен квадратом, стрелкой показано его направление «вперед». Окружностями отмечены клетки, из которых агент получает информацию о наличии или отсутствии пищи в клетке.

Рассмотренные в настоящем разделе модели очень упрощенные и их целесообразно рассматривать как начальный этап более полноценных исследований, нацеленных непосредственно на моделирование когнитивной эволюции.

9. Пример попутного прикладного направления исследований — идея проекта на Нобелевскую премию мира

До сих пор рассматривались исследования, направленные на изучение фундаментальной проблемы — проблемы происхождения мышления. Но при серьезных исследованиях неизбежно попутно возникают и связанные с ними прикладные направления. Отметим одно из возможных прикладных направлений: устранение причин агрессивной конкуренции на основе моделирования эволюции конкурирующих агентов, которые могут вести борьбу между собой.

Вымирание генов агрессивности в эволюционирующей популяции конкурирующих агентов. В работах [25, 26] была построена и исследована компьютерная модель адаптивного поведения агентов в эволюционирующей популяции. В модели рассматривался двумерный клеточный мир, в клетках могли находиться агенты и их пища. Агенты были такие же, как показано на рис. 1, но они не только искали пищу, но и могли бороться друг с другом. В каждый такт времени агент выполнял одно из следующих действий: 1) питаться, 2) двигаться на одну клетку вперед, 3) повернуть налево, 4) повернуть направо, 5) отдыхать, 6) делиться (размножаться), 7) ударить агента в клетке спереди (напасть), 8) защищаться.

Каждый агент обладал внутренним энергетическим ресурсом R , который пополнялся, когда агент выполнял действие «питаться» и расходовался при выполнении других действий. При нападении одного агента на второго (выполнении действия «ударить») нападающий агент отнимал ресурс у второго агента, если второй агент не выполнял действие «защищаться»; но если второй агент защищался, то первый агент просто расходовал значительный ресурс. Также два агента теряли оба значительный ресурс, если они напали друг на друга.

Система управления агента представляла собой однослойную нейронную сеть, на вход сети подавалась сенсорная информация о ближайшем окружении агента и о его внутреннем ресурсе, выходы сети определяли действия агента. Входы нейронной сети представляли собой рецепторы или сенсоры агента, выходы сети — эффекторы агента (рис. 2).

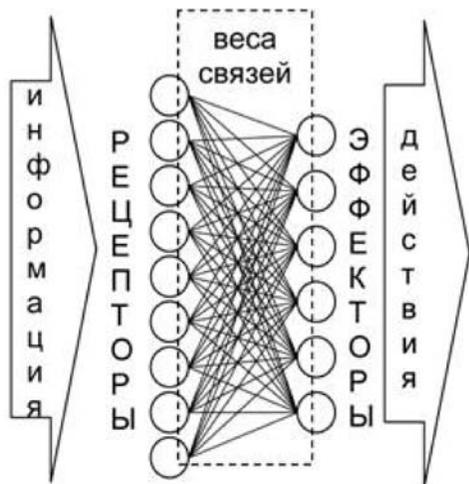


Рис. 2. Структура нейронной сети агента.

Структура нейронной сети и веса синаптических связей между входом и выходом сети определяли геном агента. При делении потомок агента наследовал измененный мутациями геном, т.е. нейронную сеть агента-родителя. При мутациях модифицировались как веса синаптических связей, так и структура нейронной сети, в частности, могли исчезать и появляться отдельные рецепторы или эффекторы. Популяция агентов эволюционировала во времени за счет вариаций структуры и весов синапсов нейронных сетей и отбора тех агентов, которые достаточно быстро набирают ресурс и размножаются.

При моделировании в некоторых компьютерных экспериментах наблюдались неожиданные пики в зависимостях численности популяции агентов от времени (рис. 3).

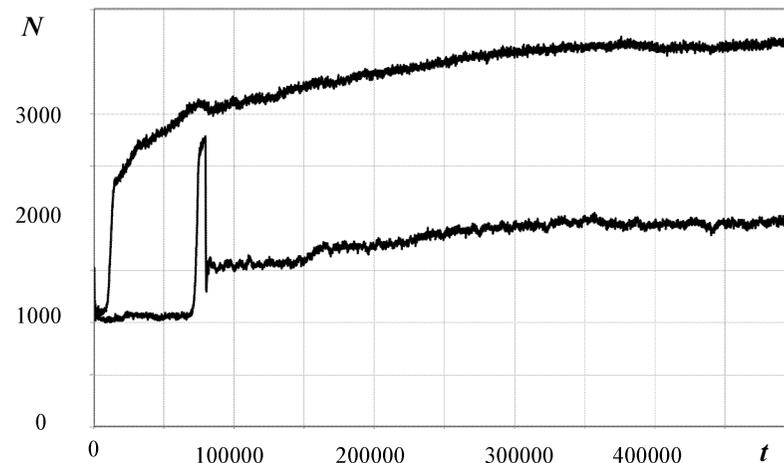


Рис. 3. Зависимость численности популяции N от времени t в полной модели (нижняя кривая) и в случае «глобального пацифизма» (верхняя кривая).

Анализ системы управления агентов показал, что пики соответствовали тем моментам времени, когда в нейронной сети агентов отсутствовали эффекторы, ответственные за борьбу между агентами. Для подтверждения этого полная компьютерная модель (с борьбой между агентами) сравнивалась с моделью, в которой эффекторы борьбы были полностью устранены из системы управления агентов. В случае такого «глобального пацифизма» установившаяся численность популяции была примерно в 2 раза выше, чем для обычных агентов, имеющих средства для борьбы между собой. Наличие агрессивной конкуренции приводило к тому, что агенты тратили свой ресурс R именно на борьбу друг с другом; этим агентам не хватало ресурса на «созидательную» жизнь, для активного накопления ресурса и расходования его на процессы размножения, приводящие к возрастанию численности популяции. Устранение борьбы между агентами, исчезновение «генов агрессивности» приводило к увеличению численности популяции агентов.

Наблюдавшийся при этом эффект исчезновения «генов агрессивности» носил кратковременный характер: наблюдавшиеся пики в численности популяции были довольно узкими. Кратковременность связана с тем, что мутационное появление новых агрессивных аген-

тов (с эффекторами борьбы) быстро приводило к тому, что агрессивные агенты вели активную борьбу с «мирными» агентами (не имевшими эффекторов борьбы) и выживали их из популяции.

На основе изложенной модели возможен анализ процессов исчезновения агрессивной конкуренции для различных социально-экономических приложений: для популяций конкурирующих фирм, регионов, государств. Например, если рассматривать эволюцию агентов как эволюцию государств, то можно думать о научном обосновании концепции глобального пацифизма, можно даже предложить идею проекта на Нобелевскую премию мира «Разработка научных основ всемирного разоружения».

10. Заключение

Возвращаемся к обсуждению общей постановки моделирования когнитивной эволюции. Как аргументировано выше, моделирование когнитивной эволюции — новое междисциплинарное направление исследований. Это направление связано с широким кругом дисциплин:

- с основаниями математики,
- с теорией познания,
- с анализом познавательных способностей биологических организмов,
- с когнитивными исследованиями,
- с научными основами искусственного интеллекта.

Существенно, что в настоящее время уже имеются разносторонние заделы работ по моделированию когнитивной эволюции (см. раздел 4). Причем идейно эти заделы можно объединить концепцией моделирования когнитивных автономных агентов, что интересно как со стороны биологических наук, так и со стороны вычислительных наук. Предпосылки моделирования когнитивной эволюции связаны с интереснейшими исследованиями когнитивных способностей биологических организмов (раздел 6), причем эти способности вполне можно сопоставлять с элементами мышления человека.

Отталкиваясь от известных моделей когнитивных автономных агентов можно предложить контуры программы будущих исследований когнитивной эволюции. Пункты программы очерчивают круг исследований от моделирования простейших форм поведения к логическим правилам, используемым в математике. Сопоставляя пункты контуров программы будущих исследований когнитивной эволюции с известными моделями, можно заключить, что уже имеются отдельные элементы, соответствующие каждому из пунктов. Образно говоря, у нас уже есть некоторые небольшие фрагменты картины, но мы

еще не видим всей картины. Четкой последовательности серьезных, канонических моделей, которые показывали бы общую картину происхождения логического мышления, пока еще нет.

Еще раз подчеркнем, что исследования когнитивной эволюции нацелены на понимание причин применимости логического мышления в научном познании, на укрепление фундамента науки.

Литература

1. Кант И. Критика чистого разума. Соч. в 6-ти томах. Т.3. М.: Мысль, 1964. — С. 69–695.
2. 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.
3. Lorenz K. Kant's doctrine of the a priori in the light of contemporary biology // Learning, Development and Culture (Plotkin H., Ed.). N.Y. 1982. Лоренц К. Кантовская концепция a priori в свете современной биологии // Сб. Эволюция. Язык. Познание. (Отв. ред. И. П. Меркулов). М.: Языки русской культуры, 2000. — С. 15–41.
4. Математическая теория логического вывода (Под ред. Идельсона А.В. и Минца Г.Е.). М.: Наука, 1967.
5. Turchin V.F. A constructive interpretation of the full set theory // Journal of Symbolic Logic, 1987. V. 52. No. 1. — PP. 172–201.
6. From Animals to Animats. Proceedings of the First International Conference on Simulation of Adaptive Behavior (Meyer J.-A., Wilson S.W., Eds). Cambridge, MA: The MIT Press, 1991.
7. От моделей поведения к искусственному интеллекту (Под ред. Редько В.Г.). М.: УРСС, 2006, 2010.
8. Цетлин М.Л. Исследования по теории автоматов и моделирование биологических систем. М.: Наука, 1969.
9. Бонгард М.М., Лосев И.С., Смирнов М.С. Проект модели организации поведения — «Животное» // Моделирование обучения и поведения. М.: Наука, 1975. — С.152–171.
10. Гаазе-Рапопорт М.Г., Постелов Д.А. От амебы до робота: модели поведения. М.: Наука, 1987, М.: УРСС, 2004, 2011.
11. Artificial Life: The Proceedings of an Interdisciplinary Workshop on the Synthesis and Simulation of Living Systems (Langton C.G., Ed.). Redwood City CA: Addison-Wesley, 1989.
12. Редько В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект. Модели и концепции эволюционной кибернетики. М.: УРСС, 2005.
13. Langley P., Laird J.E., Rogers S. Cognitive architectures: Research issues and challenges // Cognitive Systems Research. 2009. V.10. No. 2. — PP. 141–160.
14. Biologically Inspired Cognitive Architectures 2012. Proceedings of the Third Annual Meeting of the BICA Society (A. Chella, R. Pirrone, R.

- Sorbello, K.R. Johannsdottir, Eds). Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer, 2012.
15. *Vernon D., Metta G., Sandini G.* A survey of artificial cognitive systems: Implications for the autonomous development of mental capabilities in computational agents // *IEEE Transactions on Evolutionary Computation* (special issue on Autonomous Mental Development). 2007. V. 11. No. 2. — PP. 151–180.
 16. *Krichmar J.L., Seth A.K., Nitz D.A., Fleischer J.G., Edelman G.M.* Spatial navigation and causal analysis in a brain-based device modeling cortical-hippocampal interactions // *Neuroinformatics*. 2005. V. 3. No. 3. — PP. 197–221.
 17. *Непомнящих В.А., Попов Е.Е., Редько В.Г.* Бионическая модель адаптивного поискового поведения // *Известия РАН. Теория и системы управления*. 2008. № 1. — С. 85–93.
 18. *Резникова Ж.И.* Современные подходы к изучению языкового поведения животных // *Сборник «Разумное поведение и язык. Коммуникативные системы животных и язык человека»*, 2008. М.: «Языки славянских культур». — С. 293–337. См. также: <http://www.reznikova.net/Lang09.pdf>
 19. *Резникова Ж.И., Рябко Б.Я.* Теоретико-информационный анализ «языка» муравьев // *Журнал общей биологии*. 1990. Т. 51. №5. — С. 601–609.
 20. *Weir A.A.S., Chappell J., Kacelnik A.* Shaping of hooks in New Caledonian crows // *Science*. 2002. V. 297. No. 5583. — PP. 981–983.
 21. *Taylor A.H., Elliffe D., Hunt G.R., Gray R.D.* Complex cognition and behavioural innovation in New Caledonian crows // *Proc. R. Soc. B*. 2010. V. 277. — PP. 2637–2643.
 22. *Коваль А.Г., Редько В.Г.* Поведение модельных организмов, обладающих естественными потребностями и мотивациями // *Математическая биология и биоинформатика (электронный журнал)*. 2012. Т. 7. №1. — С. 266–273. [http://www.matbio.org/2012/Koval2012\(7_266\).pdf](http://www.matbio.org/2012/Koval2012(7_266).pdf)
 23. *Саттон Р.С., Барто Э.Г.* Обучение с подкреплением. М.: Бином, 2011.
 24. *Бесхлебнова Г.А., Редько В.Г.* Модель формирования обобщенных понятий автономными агентами // *Четвертая международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов: В 2 томах*. Томск: ТГУ, 2010. Т. 1. — С. 174–175.
 25. *Бурцев М.С.* Модель эволюционного возникновения целенаправленного адаптивного поведения. 2. Исследование развития иерархии целей // *Препринт ИПМ РАН, 2002, №69*.
 26. *Бурцев М.С., Редько В.Г.* Влияние агрессии на эволюцию в многоагентной системе // *Сб. трудов 9-ой Международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем»*. М., ИПУ. 2002.

СУБЪЕКТИВНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ, МОЗГ И РАЗВИТИЕ НБИК-КОНВЕРГЕНЦИИ: ЭПИСТЕМОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Д.И. Дубровский

Институт философии РАН
ddi29@mail.ru

Субъективная реальность — специфическое и неотъемлемое качество сознания. Именно оно создает главные теоретические трудности эпистемологического и онтологического характера при разработке проблемы сознания, и прежде всего, в плане объяснения связи явлений сознания с мозговыми процессами.

Проблема сознания играет все более значительную роль в системе научных знаний, связанных с конвергентным развитием НБИК — нанотехнологий, биотехнологий, информационных и когнитивных технологий (особенно это касается двух последних составляющих). НБИК-конвергенция создает небывалые, чрезвычайно мощные средства преобразования человека и социума. Нет сомнений, что именно конвергентное развитие этих мегатехнологий будет определять судьбы земной цивилизации. Но это влечет столь же масштабные риски и угрозы ее существованию.

В ходе конвергентных процессов в системе НБИК формируются интегральные объекты, описание и объяснение которых предполагают использование познавательных средств, специфичных для физических, химических, биологических, компьютерных, психологических и других наук, но вместе с тем требующих их соотнесения и объединения в некоторой общей концептуальной структуре. Более того, такого рода интегральные объекты явно или неявно содержат или предполагают социогуманитарные описания и объяснения. Речь идет фактически о трансдисциплинарной проблематике, охватывающей все основные разделы современного научного знания, в том числе гуманитарные и социальные дисциплины. И это позволяет говорить о необходимости включения в систему НБИК социальных технологий, которые призваны выполнять функции ценностной ориентации и регуляции, прогнозирования и экспертного санкционирования.

На пути такого рода интегративных процессов возникают серьезные эпистемологические трудности, что проявляется, прежде всего, при попытках соотнесения и объединения языков и средств физического описания (и объяснения), с одной стороны, и социогуманитарного и психологического описания (и объяснения), с другой.

Эти трудности связаны с категориальной разобщенностью двух традиционных языков, на одном из которых описываются физические, химические, физиологические, технические явления, а на другом явления субъективной реальности, сознательной деятельности, культуры.

Первый из них является по существу «физикалистским», его категориальной основой служат такие понятия как «масса», «энергия», «пространственное отношение» и т.п.; второй язык, так сказать, «гуманитаристский», основывается на понятиях «смысла», «ценности», «цели», «воли», «интенционального отношения» и т.п. Эти две различные группы понятий достаточно автономны, не имеют между собой прямых логических связей. Чтобы их связать, требуется «мост», нужна специальная, теоретически адекватная концептуальная структура, способная объединить эти два языка.

Подобная концептуальная структура может быть развита на базе «информационного языка», так как понятие информации допускает не только формальное (синтаксическое), но и семантическое и прагматическое описание и потому способно выражать основное «гуманитаристское» содержание (смысл, ценность, интенциональность, цель и т.д.), а, с другой стороны, в силу кодовой воплощенности информации в своем материальном носителе, оно допускает «физикалистские» описания (пространственные, энергетические, субстратные и др.).

«Информационный язык» хорошо приспособлен для функциональных описаний и объяснений, широко и продуктивно используется в психологических, нейрофизиологических, лингвистических исследованиях, не говоря уже о компьютерных науках. Его интегративные возможности хорошо проявились в области когнитивной науки, стремящейся — и не безуспешно — объединять результаты перечисленных областей исследований в единой объяснительной модели [1].

«Информационный язык» способен служить возникновению новых продуктивных информационных подходов для решения междисциплинарных проблем, выступать эффективным средством повышения степени взаимопонимания и сотрудничества специалистов разных областей науки, вовлеченных в разработку проблематики НБИК.

Разумеется, разработка проблем междисциплинарности и трансдисциплинарности, которые настоятельно диктуются развитием НБИК-конвергенции, далеко не исчерпывается информационными подходами, используются другие широкие концептуальные средства и идеи (синергетические, сетевого моделирования и пр.). Становится очевидной необходимость более глубокого понимания взаимозависимостей науки и технологии, того качественно нового об-

разования, которое именуется «технонаукой», преодоления тенденций технологического редуционизма в истолковании НБИК и своего рода бессубъектности этого образования. Важно еще раз подчеркнуть необходимость включения в него пятого компонента — **социальных технологий** (и социогуманитарного знания, на основе которого они формируются и развиваются). Социогуманитарное знание и социальные технологии должны стать органической составляющей этой динамической системы и выступать в качестве существенного, неотъемлемого фактора ее развития. Уже в ближайшем будущем этот фактор должен обрести достаточную силу, чтобы выполнять функции стимулирования и формирования приоритетных векторов развития, нормативного регулирования, прогнозирования и экспертного санкционирования процессов и результатов конвергентного развития мегатехнологий.

С тех пор, как возникла и стала обсуждаться идея конвергенции четырех мегатехнологий, прошло более 10 лет, а сама аббревиатура НБИК получила широкое распространение после 2001 года, когда под эгидой Национального научного фонда США было выдвинута так называемая НБИК-инициатива. За это время произошли существенные изменения в структуре НБИК, остро поставлены проблемы социальной значимости процессов конвергентной эволюции, ее субъектов, форм их институционализации и способов управления этими процессами. Все это дает основание говорить теперь не о системе НБИК, а о системе **НБИКС**.

Не случайно, первый в России Центр конвергентных нано-био-инфо-когнитивных наук и технологий, созданный и возглавляемый директором «Курчатовского Института» М.В. Ковальчуком, развивает специальный социогуманитарный блок, призванный играть первостепенную роль в формировании, как выражается М. В. Ковальчук, «новой междисциплинарной ментальности», в «запуске будущего» [2]. По существу это — первый опыт институционализации социогуманитарных наук и технологий в системе конвергентных мегатехнологий — знамение нового этапа их развития в мировом масштабе. Это развитие справедливо именуют «Великим синтезом» наук и технологий XXI века, преобразующим облик земной цивилизации. Он резко отличается от тех форм интегративных процессов, которые имели место на предыдущем этапе развития науки.

Здесь уместно сделать небольшой исторический экскурс. Примерно с середины прошлого века значение комплексных научных исследований начало быстро возрастать, все чаще самые значительные результаты стали добываться на стыке различных наук; в развитии научного знания усилились интеграционные тенденции. Это проявлялось в быстром развитии таких дисциплин как физическая хи-

мия, биофизика, биохимия, психофизиология, нейролингвистика, социобиология; возникли теория информации и кибернетика, успехи молекулярной биологии привели к расшифровке генетического кода. Именно в этот период стали специально создаваться общие междисциплинарные концептуальные платформы, призванные содействовать интеграционным процессам.

Я имею в виду, прежде всего, общенаучные понятия и общенаучные подходы, которые получили такое название, поскольку могли в той или иной форме использоваться практически во всех науках. Они основывались на таких, хорошо известных понятиях, как система, структура, функция, информация и др. Но, став действительно общенаучными, эти понятия получили существенную теоретическую разработку, послужили развитию широких познавательных подходов — системных, структурных, функциональных, информационных. Некоторые из них оказались весьма продуктивными для установления концептуальных связей между ранее разобщенными научными дисциплинами. Эти общенаучные понятия и подходы образуют некое промежуточное теоретическое звено между философским и конкретно-научным уровнями исследования. Их анализу были посвящены многие отечественные философские работы, начиная с 70-х годов, в которых, на мой взгляд, содержится немало рациональных утверждений [3].

Примерно в то же время интенсивно развиваются нейрофизиология, психофизиология, нейропсихология, психогенетика, ряд других комплексных дисциплин, исследующих психические процессы (в том числе бессознательные), формируются когнитивные науки. Значительные результаты в этих направлениях исследований были достигнуты отечественными учеными (П.К. Анохин, Н.А. Бернштейн, Н.П. Бехтерева, И.С. Бериташвили, А.Р. Лурия, В.П. Эфроимсон и др.).

Весьма продуктивный опыт развития когнитивных наук за последние три-четыре десятилетия свидетельствует, однако, о том, что само качество субъективной реальности продолжает оставаться в тени, не выделяется в виде специального объекта исследования, берется слитно с нейрофизиологическими, поведенческими и речевыми аспектами психической деятельности, а нередко и отождествляется с последними. В таком случае модели сознания оказываются слишком упрощенными, поскольку ограничиваются его когнитивными функциями.

Проблема «сознание и мозг» («mind-brain problem») вот уже более полувека находится в центре внимания аналитической философии, ей посвящено поистине огромное число книг и статей. Большинство представителей аналитической философии номинально

признают за сознанием качество субъективной реальности (используя для его обозначения термины «ментальное», «феноменальное», «интроспективное», «субъективный опыт», «квалиа» и др.). Но поскольку явления сознания в таком качестве не вписываются в физическую картину мира, они видят свою объяснительную задачу в том, чтобы редуцировать «ментальное» к физическому, элиминировать «ментальное» из научного языка.

Именно в традиционной проблеме «сознания и мозга» особенно остро выступала несовместимость «ментального» с «физическим» («физиологическим») — так называемый парадокс связи «непространственного» с «пространственным». А постольку на этом объекте в основном и отрабатывались модели редукции ментального к физическому (различные версии так называемого «научного материализма» и «теории тождества» ментального и физического, представленные на первом этапе такими философами как Фейгл, Смарт, Армстронг и др.) и модели элиминации ментального из научного языка (так называемый «элиминативный материализм», выдвинутый Фейерабендом и ранним Рорти, защищавшийся в разных версиях многими их последователями).

Эти модели и концепции разрабатывались с позиций радикального физикализма, представляющего собой общее воззрение онтологического и эпистемологического характера. Согласно этому воззрению, говоря кратко, единственная объективная реальность есть физическая реальность и единственная фундаментальная наука есть физика. Поэтому всякое знание, которому придается научный статус, должно быть сведено к физическому основанию (позиция, четко заявленная представителями логического позитивизма!). Поскольку «ментальное» не допускает приписывания ему физических свойств, то отсюда — убеждение в заведомой фиктивности онтологии субъективной реальности и необходимости редукции «ментального» к физическому, физиологическому, в крайнем случае, к бихевиоральному или к языку.

В соответствии с парадигмой физикализма, господствовавшей в научном мышлении три столетия, то, чему нельзя непосредственно приписывать физические свойства (массу, энергию и др.), невозможно включить в причинную цепь событий: «ментальное» является «номологическим бездельником» («nomological dangler»). Нетрудно увидеть, что этот тезис современных физикалистов воспроизводит старый ход мысли (бытовавший в психологии и философии с конца XIX века, но известный гораздо раньше), согласно которому психическое есть не более чем «эпифеномен» — некий бесплотный и пассивный дублер мозговых физиологических процессов; и для того, чтобы преодолеть «психофизический параллелизм» и избавиться от «эпи-

феноменализма», чтобы придать психическим явлениям действительность, надо рассматривать их как высшую форму физиологических процессов, как особую разновидность физического (см. краткий исторический экскурс, касающийся происхождения термина «эпифеномен», и подробный критический разбор взглядов тех авторов, в том числе ряда советских философов, которые не видели другого способа избежать «эпифеноменализма» [4]: думаю, это может быть полезным — ведь мы часто забываем исторические уроки, обряжая старые ходы мысли в новые слова).

Еще один плод физикалистской интенции (часто неосознаваемой и во многом воспроизводящий на новый лад старое клише эпифеноменализма) — мысленное экспериментирование с «зомби», существом начисто лишенным сознания, но способным делать все, как человек. Здесь — та же исходная посылка, что субъективная реальность не обязательна, более того, для описания всех человеческих функций она излишня, ибо все они могут осуществляться без привлечения сознания. Многолетнее обсуждение идеи «зомби» в аналитической философии показало невозможность ее теоретического оправдания, но оно не было, конечно, бесплодным, послужило тщательному анализу концепции функционализма и выяснению ее места в разработке проблемы «сознание и мозг» [5].

Если вначале в аналитической философии безраздельно господствовал физикалистский редукционизм, то в последние два десятилетия на первый план выдвинулись концепции функционалистского редукционизма. Вместе с тем среди представителей аналитической философии усиливается критика редукционизма, в том числе и его функционалистского варианта (Т. Нагель, Дж. Сёрл, Д. Чалмерс и др.).

Важно иметь в виду, что принципы функционализма вовсе не обязательно должны служить целям редукционистского объяснения сознания, они могут с полным основанием использоваться и в антиредукционистских целях. Об этом свидетельствует как условия формирования принципов функционализма, так и опыт их применения в различных концептуальных построениях.

Примерно с середины прошлого века, благодаря знаменитым работам А. Тьюринга, теории информации К. Шеннона, кибернетике и успехам в исследовании самоорганизующихся систем, появились новые теоретические возможности объяснения действительной способности психических явлений путем истолкования последних в качестве информации и использования понятия информационной причинности. Но это потребовало поистине парадигмального сдвига, связанного с отказом от возможности унификации научного знания

на базе физики и, следовательно, от признания ее в качестве единственной фундаментальной науки.

Сформировалось еще одно фундаментальное основание современной науки, выражаемое парадигмой функционализма. Последняя фиксирует на принципиальное обстоятельство, что **описание и объяснение функциональных отношений логически независимо от физических описаний и объяснений (т.е. функциональные свойства не редуцируемы к физическим свойствам)** и постольку служит теоретическим фундаментом для широкого круга научных дисциплин, изучающих информационные процессы и самоорганизующиеся системы.

Информационная причинность — особый тип каузальности, характерный для самоорганизующихся систем (биологических, биотехнических, биосоциальных, биотехносоциальных и различного рода социальных систем). Она определяется **принципом инвариантности информации по отношению к физическим свойствам ее носителя**. Одна и та же информация может быть воплощена в носителях, имеющих разные физические свойства (массу, энергию, пространственно-временные характеристики). Другими словами, одна и та же информация может кодироваться по-разному, существовать, передаваться, воспроизводиться в разных кодовых формах. При информационном управлении не только цель действия, но и сам причинный эффект, смысл и результат действия, определяется информацией как таковой (т.е. исторически сложившейся **кодовой зависимостью**), а не самими по себе физическими свойствами ее носителя (поскольку они могут быть разными). Естественно, что это ни в коей мере не умаляет роли физических закономерностей и понятия физической причинности, но создает предпосылки для новых подходов к разработке проблематики самоорганизующихся систем, к исследованиям сознания, его связи с мозговыми процессами и НБИКС в целом, т.е. при решениях широчайшего класса задач, использующих понятийный аппарат описания и объяснения информационных процессов и самоорганизующихся систем.

С этих позиций явление субъективной реальности есть информация о чем-то (в силу «содержательности», интенциональности явлений сознания). Оно не эпифеномен, а особое, выработанное в ходе эволюции свойство некоторых мозговых информационных процессов, особый способ представленности информации для индивида. В явлениях субъективной реальности ему дана информация в «чистом» виде, т.е. информация об информации (ибо мозговой носитель этой информации им ни в коей степени не отображается); вместе с тем ему дана способность оперировать этой информацией в довольно широком диапазоне и, используя ее, оперативно управ-

лять своими органами движения. Явление субъективной реальности выполняет каузальные функции в качестве информации. Психическая причинность есть вид информационной причинности.

Информационный процесс, лишенный качества субъективной реальности, протекающий, как иногда говорят, «в темноте», отличается по своим структурным, оперативным, целевым характеристикам и по своим каузальным функциям от тех информационных процессов, которые представляют индивиду субъективно переживаемую информацию (см. более подробно [6]). У компьютера нет субъективной реальности. Для ее возникновения нужна особая динамическая функциональная структура, подобная той, которой располагает головной мозг.

Исходя из принципа инвариантности информации по отношению к физическим свойствам ее носителя, теоретически мыслима возможность создания подобной функциональной структуры на небиологических субстратах. В такой же мере теоретически мыслимо существование в иных областях Вселенной разумных существ, имеющих другую субстратную основу и функциональную организацию. В практическом же отношении возможность изофункционализма систем успешно реализуется в довольно значительных масштабах, особенно в технике и медицине (замена естественных органов искусственными, которые выполняют те же функции и т.п.). Эта возможность открывает широкие перспективы в конструировании систем, в которых интегрированы электронные, биологические и технические компоненты, для конвергентного развития НБИКС в целом, одной из главных задач которого, по слова М.В. Ковальчука, является создание «биоробототехнических систем», «антропоморфных технических систем, подобных конструкциям, создаваемым живой природой» [7].

Нейронаучные исследования психической деятельности являются сейчас мощным фактором развития информационных технологий. Становится ясным, что одним наращиванием мощи современных компьютеров нельзя обойтись, необходимо изменение их базовой алгоритмической структуры, использование новых подходов («параллельного процессинга», «многоядерных систем», концепции «недоопределенности» и др.), опирающихся на исследование специфических способов переработки информации в нервной системе. Это справедливо подчеркивается Е. Велиховым, по словам которого «сейчас необходимо переконструировать системы сбора, обработки, анализа информации и адаптировать их к новым системам по аналогии с био, конструирование снизу-вверх, а не наоборот сверху-вниз, как мы двигаемся сейчас» [8]. В свою очередь, повышение разрешающей способности компьютерных моделей является важней-

шим фактором прогресса в нейронаучных и когнитивных исследованиях.

Информационный подход к проблеме «сознание и мозг» позволяет не только дать четкий ответ на трудный вопрос о связи явлений субъективной реальности с мозговыми процессами, но и наметить новые экспериментальные направления его разработки. Например, я вижу дерево. Переживаемый мной образ дерева, как явление субъективной реальности, есть информация об этом предмете (обозначим ее А). Информация же необходимо связана со своим носителем. Согласно данным нейронауки, носителем информации А является определенная мозговая нейродинамическая система (обозначим ее Х). Связь между А и Х носит функциональный характер; представляет собой кодовую зависимость, сложившуюся в филогенезе и онтогенезе; А и Х — явления одновременные и однопричинные; они находятся в отношении взаимодозначного соответствия; Х есть кодовое воплощение А или, короче, код А. Основательное исследование связи А — Х, структурной и функциональной организации систем типа Х, означает расшифровку мозгового кода данного психического явления.

Но что означает «расшифровка кода» (декодирование), если информация всегда существует в своем физическом носителе, следовательно, только в кодовой форме и от нее невозможно избавиться?

Она может означать лишь одно: преобразование «непонятного» кода в «понятный». Для каждой самоорганизующейся системы существует два типа кодов. Назовем их «естественными» и «чуждыми». Первые сразу «понятны» системе, «прозрачны» для нее, т.е. несут «открытую» для нее информацию, «готовую» для управления (например, слово «дерево» для знающего русский язык, в отличие от тех, кто его не знает).

Расшифровка кода (декодирование) требуется, когда система имеет дело с «чуждым» кодом. Но это означает лишь его преобразование, перекодирование в «естественный» код. После того, как найден и закреплен способ такого преобразования, «чуждый» код становится для самоорганизующейся системы «естественным», т.е. новым элементом ее функциональной организации.

В живой системе существуют **фундаментальные коды**, например, код ДНК, с которыми в процессе развития самоорганизации согласуются другие кодовые новообразования.

Мозговой код типа Х, который мы стремимся расшифровать, является для меня внутренним «естественным» кодом. Воплощенная в нем информация дана мне непосредственно, в «чистом» виде, т.е.

в виде моих ощущений, образов, мыслей и т.п., Для другого же (скажем, исследователя мозга) X является внешним «чуждым» кодом.

Опираясь на эти и другие положения информационного подхода, ставится задача анализа процедуры расшифровки кодов (она крайне актуальна не только для нейронауки!). Для нее первостепенное значение имеет опыт расшифровки генетического кода и наиболее показательные результаты расшифровки нейродинамических кодов психических явлений, достигнутые с помощью метода ФМРТ (функциональной магнитно-резонансной томографии) и других методов (ставшие широко известными работы М. Николелеса, Дж. Гэлента и Ш. Нишимото и др.). Важное значение приобретают здесь методы нейролингвистики и криптологии.

Поскольку в данной статье нет возможности подробно рассматривать эту многоплановую тему, я ограничусь лишь обозначением главных вопросов, требующих разработки в первую очередь. Это:

- a. анализ понятия кодовой зависимости,
- b. способы диагностики кодового объекта (т.е. содержащего определенную информацию),
- c. описание и определение видов и типов кодов («естественные» и «чуждые», «внутренние» и «внешние», «ситуативные» и «постоянные», «частные» и «фундаментальные» для данной самоорганизующейся системы),
- d. специфика кодов типа X как «внутренних» и «естественных» для меня и «внешних» и «чуждых» для другого (в том числе для исследователя),
- e. анализ двух видов задач расшифровки кода — прямой (когда дан кодовый объект и требуется определить содержащуюся в нем информацию) и обратной (когда дана определенная информация и требуется определить ее носитель, включая его кодовую организацию),
- f. обоснование коммуникативного характера процедуры расшифровки кода как процесса преобразования «чуждого» кода в «естественный».

Разработка этих вопросов создает во многом новые теоретические и методологические установки для экспериментальной деятельности в нейронауке, так как в данном случае речь идет уже не просто о корреляции данного явления субъективной реальности с некоторыми мозговыми нейродинамическими явлениями (не всегда достаточно четко определенными), а о расшифровке их кодовой организации, требующей дополнительных экспериментальных подходов и обоснований. Вместе с тем задача расшифровки кода существенно отличается от классических задач естествознания, ибо включает коммуникативный и герменевтический аспекты, которые требу-

ют опоры на категорию понимания и тем самым усложняют типическую структуру объяснения в нейронауке.

Отметим в этой связи идею **аутоцереброскопа**, согласно которой я сам могу наблюдать и исследовать связь своих собственных психических и мозговых процессов. В современных условиях она может иметь определенную экспериментальную перспективу. Но и в этом случае, несмотря на переживание мной А в «чистом» виде, я должен буду сделать то же, что и внешний наблюдатель, т.е. получить А (его «содержание») независимым способом.

Важно подчеркнуть, что исследования по расшифровке мозговых кодов интенсивно ведутся в десятках крупнейших научных центров за рубежом, в нейронауке оформляется новое направление, которое можно назвать нейрокриптологией. Это знаменует новый этап в разработке проблемы «сознание и мозг». «Раскрытие нервного кода — один из главных вызовов нейронауке, а если перефразировать Фрейда, то это царская дорога к пониманию сознания» [9]; (см. также [10]).

Узкое место в этих исследованиях связано с вопросом о корректном выделении и описании определенного явления субъективной реальности как объекта расшифровки его мозгового кода. Этот вопрос имеет принципиальное эпистемологическое и методологическое значение. В нынешних экспериментальных работах используются весьма общие и расплывчатые понятия (мысль, восприятие, желание и т.п.). Необходим основательный феноменологический анализ многомерного континуума субъективной реальности, построение вначале хотя бы отдельных блоков систематики явлений субъективной реальности, способных служить существенному развитию программы экспериментальных исследований (подобные вопросы у западных представителей нейронауки пока не получают серьезного осмысления!).

В этом отношении требуется анализ способов корректного расчленения континуума субъективной реальности («потока сознания») по временному и «содержательному» параметрам, форм их дискретизации и структурно-динамической упорядоченности (учитывая вместе с тем связь выделяемых фрагментов с диспозициональным и арефлексивным уровнями психических процессов). При этом необходим учет индивидуальных особенностей личности, корректное формирование личностных и межличностных инвариантов А, а тем самым и X — таким способом обычно теоретически преодолевается порог уникальности, неповторимости, непрестанной изменчивости всякого единичного явления при его исследовании.

Наряду с рассмотрением и оценкой разрешающей способности методов, используемых в нынешних условиях для расшифровки моз-

говых кодов, важной задачей является выяснение основных факторов и способов построения моделей тех нейродинамических систем, в которых закодированы определенные явления субъективной реальности. Это зависит от создания более эффективных интерфейсов «мозг-компьютер» и совершенствования программ компьютерного анализа отводимых от мозга сигналов (последнее сохраняет значительный эвристический ресурс, как показал опыт анализа ЭЭГ и материалов ФМРТ). Здесь на первом плане стоит задача формирования квазистационарных инвариантов явлений $A(X)$ в качестве объектов расшифровки кода и требуется определение их содержательного, формального, ценностного и оперативного параметров. Тем самым задаются основные координаты метаинформации, определяющей исходную позицию для расшифровки кода. Наибольшие трудности связаны с подступом к содержательному параметру явлений субъективной реальности. Их преодоление требует прежде всего построения корректных моделей соотношения формального и содержательного описания явлений субъективной реальности (попытки анализа и решения обозначенных выше вопросов содержатся в следующих работах [11]).

Дальнейшее существенное продвижение в расшифровке мозговых кодов явлений субъективной реальности будет иметь первостепенное значение для развития когнитивных и информационных технологий и всей системы НБИКС. Оно способно вызвать фундаментальные изменения в межличностных отношениях и в коммуникативных структурах социума как позитивного, так и весьма опасного негативного характера. Это должно стать предметом пристального внимания философов. Сейчас они становятся особенно востребованными не только в области эпистемологических и методологических проблем развития НБИКС, но и теми острыми, неотложными вопросами социального, этического и экзистенциального плана, которые ставят перед ними это развитие.

Литература:

1. Когнитивная наука: философия, когнитивная наука, когнитивные дисциплины. Под ред. акад. РАН В. А. Лекторского. — М., Канон+, 2007.
2. Ковальчук М.В. Направление прорыва: конвергентные НБИК-технологии //Технополис XXI, 2009, №3 (19).
3. Урсул А.Д. Философия и интегративно-общенаучные процессы, — М., 1981.
4. Дубровский Д.И. Психические явления и мозг. Философский анализ проблемы в связи с некоторыми актуальными задачами нейрофизиологии, психологии и кибернетики. — М., «Наука», 1971. — С. 109–113.

5. Алексеев А.Ю. Понятие «зомби» и проблема сознания // Проблема сознания в философии и науке. Под ред. Д.И. Дубровского. — М., Канон+, 2009.
6. Дубровский Д.И. Сознание, мозг, искусственный интеллект. — М., Стратегия-Центр, 2007. — С. 139–163.
7. Ковальчук М.В. Направление прорыва: конвергентные НБИК-технологии //Технополис XXI, 2009, № 3 (19), с. V.
8. Новая степень свободы // Технополис XXI, 2009, № 3 (19), с. X.
9. Стикс Г. Как подключиться к мозгу // В мире науки, 2009, №2 — С. 37.
10. Николелис М. и Рибейро С. В поисках нейронного кода // В мире науки, 2007.
11. Дубровский Д.И. Психические явления и мозг. Философский анализ проблемы в связи с некоторыми актуальными задачами нейрофизиологии, психологии и кибернетики, с. 267–315; его же: Проблема идеального. Субъективная реальность. — М., «Канон», 2002. — С. 83–116; его же: Сознание, мозг, искусственный интеллект. — С. 13–36.

ОБ АКТУАЛЬНЫХ ФИЛОСОФСКИХ ПРОБЛЕМАХ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Е.А. Никитина

Московский государственный технический университет
радиотехники, электроники и автоматики
nikitina@mirea.ru

Введение

Философские проблемы искусственного интеллекта (ИИ), как и любые другие философские проблемы науки, являются пространством междисциплинарной коммуникации философов, ученых, специалистов. В этом пространстве взаимодействуют философское и специально-научное знание, преодолевается логическая и концептуальная разногласия, возникающая при описании и объяснении одного и того же объекта различными науками. Вместе с тем, на практике междисциплинарное взаимодействие нередко сопровождается конфликтом интерпретаций, проявляющимися, например, в различных трактовках знания в эпистемологии и инженерии знаний. В эпистемологии знание всегда лично, знание — это то, чему соответствует реальность, то, что может и должно быть обосновано, при этом способы обоснования знания исторически изменчивы и социокультурно обусловлены. Смысл, который вкладывается в понятие «знание» в инженерии знаний, обусловлен задачами представления знания в компьютерных системах.

Эффективности междисциплинарного диалога, формированию целостного и многомерного представления о философских проблемах ИИ могло бы, как представляется, способствовать выделение в философии искусственного интеллекта *гуманитарной и инженерной (технологической) традиций* по аналогии с традициями в философии техники, выделенными К. Митчемом [1]. Данные традиции (направления) проявляются, в той или иной степени, при обсуждении многих актуальных философских проблем искусственного интеллекта, и, в частности, при обсуждении различных аспектов проблемы неявного знания.

В статье рассматриваются особенности постановки проблемы неявного знания в информационно-технологическом направлении эпистемологии, обсуждаются и формулируются философские принципы, на основе которых возможно изучение формирования и функционирования неявного знания.

Проблема неявного знания в информационно-технологическом направлении эпистемологии

В последние десятилетия внимание исследователей познания привлечено к феномену неявного, личного знания субъекта, которое, выступая как целостный, неартикулируемый контекст явного, рационального познания, во многом не осознается субъектом познания, не поддается полной рефлексии, что и составляет проблему при его изучении. Неявное знание присутствует в структуре самых различных видов познания: научного, художественного, повседневного и т.п. Многочисленные исследования научного познания свидетельствуют о том, что неявное знание, включающее личный профессиональный опыт ученого (в том числе опыт постановки и решения проблем, опыт классификации, исследования и экспериментирования), а также знание, полученное в процессе совместной, коллективной исследовательской и экспериментальной работы (знание, передающееся «из рук в руки», усвоенное при непосредственных личных контактах, общении с другими учеными) существенно влияет на эффективность и результаты научной деятельности [2].

Проблема неявного знания возникает при создании экспертных систем в процессе изучения структуры экспертного знания и механизмов его функционирования с целью создания модели предметной области, на основе которой эксперты принимают решения. Особую важность, как отмечают специалисты, приобретает при этом «вопрос о роли интуиции специалиста-эксперта в процессах распознавания и принятия решений» [3]. Разработчики экспертных систем, отмечая высокий «удельный вес» неявных знаний в интеллектуальном ресурсе эксперта, постоянно сталкиваются с проблемой вербализации неявного знания экспертов, а также с проблемой фрагментарности, т.е. отсутствия целостности, системности извлеченных знаний. Отмечается, что неявные знания находятся на подсознательном уровне, они являются в основном процедурными, носят индивидуализированный характер, недоступны осознанному самоанализу, возникают в режиме «инкубации», «инсайта» [4].

Феномен неявного знания проявляется в контексте более общих тенденций, в частности, тенденций развития общества знаний. Так, необходимость совершенствования и развития среды, в которой создаются, функционируют, хранятся и передаются знания, используемые в различных сферах деятельности человека, формирует комплекс задач, связанных с управлением знаниями, менеджментом качества, развитием информационного образовательного пространства и т.д. Все чаще задачи данного типа трактуются как разработка интеллектуальных технологий, сочетающих рациональное совмест-

ное использование интеллектуального капитала, включающего, в том числе, неявное знание, и информационных технологий для обеспечения качественного функционирования тех или иных видов деятельности человека — ведь постепенно среда существования человека насыщается информационными технологиями и сложными человеко-машинными системами, требующими эффективного управления. Как трансформируется неявное знание, та часть человеческих знаний, которая функционирует неосознаваемым для человека способом в данном смешанном типе «субъекта», где многие функции рационального мышления автоматизированы, вынесены вовне и переданы информационным системам?

Действительно, широкое распространение интеллектуальных компьютерных систем в различных сферах жизни общества постепенно приводит к изменению структуры познания: формируется смешанный, человеко-машинный познавательный инструментарий и комплексный тип рациональности. В повседневной и профессиональной информационно-технологической среде жизнедеятельности человека стало привычным сочетание мышления человека и машинных вычислений, биологической памяти человека и внешней памяти на информационных носителях, коммуникации «лицом к лицу» и коммуникации, опосредованной информационными технологиями, телесного опыта в реальной жизненной среде и среде виртуальной, человеческого и машинного зрения и т.п. Разнообразные компьютерные системы, имеющие функции памяти, навигации, принятия решений и т.п., систематически используемые человеком для поиска, обработки и хранения информации, для управления, фактически становятся частью когнитивной системы человека, ее продолжением во внешнем мире, превращаются во внешний компонент внутреннего мышления человека.

Информационно-технологическая реальность становится существенной частью среды, в которой происходит освоение индивидом исторически определенных способов предметно-практической деятельности, социальных отношений, способов и норм познания, форм коммуникации, т.е. формируется субъект познания. В целом информационные технологии начинают оказывать существенное влияние на социализацию человека, которая приобретает новое качество и становится *техно-социализацией* [5].

По сути, информационные технологии (программные комплексы и т.п.) начинают выполнять функцию коллективного субъекта (принятие решений и рационализация и т.п.), в результате чего меняется характер познания и структура неосознаваемой составляющей познания. В частности, естественный способ формирования интеллектуальных «автоматизмов» в процессе социализации человека до-

полняется функционированием внешних интеллектуальных систем (экспертных систем и т.д.).

Существенный интерес представляет наметившаяся тенденция «интеллектуализации» техносферы как следствие роста видов человеческой деятельности, в которых применяются интеллектуальные системы. В настоящее время формируется техносреда с весьма развитыми адаптивными возможностями и высоким уровнем «коммуникативности» (интерактивности) по отношению к человеку. В этой связи представляется актуальной задача разработки *критериев «интеллектуальности» техносреды в рамках антропологии техники*.

Понимания скрытых, неосознаваемых механизмов познания, и, возможно, иных, более широких трактовок познания требует также наблюдаемая в настоящее время тенденция конвергенции когнитивных и информационных технологий с нанотехнологиями и биотехнологиями, свидетельствующая о возрастании роли субъекта и формировании качественно иного уровня проектно-конструктивной деятельности современного человека.

Соответственно, возникает ряд вопросов: как формируется и функционирует неявное знание? Какой должна быть эффективная методология исследования неявного знания?

Мы знаем больше, чем осознаем!

Существует достаточно оснований для утверждения о том, что основные структуры субъекта познания и, в том числе, неявное знание, формируются в динамике сознания и бессознательного, при этом качества «осознаваемости» или «неосознаваемости» относятся к организации процесса познания.

Вместе с тем, соотносительные, «парные» понятия «сознание» и «бессознательное» не имеют в настоящее время общепринятого эпистемологического статуса и места в системе категорий и понятий эпистемологии. Существующие трактовки соотношения сознания и бессознательного как уровней познания не объясняют всей феноменологии сознания и бессознательного, а понимание их как форм познания не соответствует процессуальному характеру познания. Более того, в последние годы в отечественной философии возник определенный «провал» в философских исследованиях бессознательного. Крупный коллективный труд обобщающего междисциплинарного характера «Бессознательное: природа, функции, методы исследования» (в 4-х томах) был издан в СССР более четверти века назад. В итоговом, четвертом томе коллективной монографии были обобщены результаты дискуссии, состоявшейся на II Международном симпозиуме по бессознательному в 1979 г. в Тбилиси. В аналитичес-

ких статьях по итогам конференции отмечалось, что, несмотря на обширный феноменологический материал, свидетельствующий об участии бессознательного в познании, а также многообразные исследования в психологии и смежных дисциплинах (психофизиологии, психиатрии и т.д.), систематизация данных материалов затруднена по ряду причин методологического характера, в том числе из-за существенных различий в исходных концептуальных установках, большого числа подходов и точек зрения, недостаточной дифференциации философской (гносеологической) и психологической трактовок бессознательного [6].

Действительно, вплоть до настоящего времени ряд категорий и понятий, в том числе «сознание» и «бессознательное», являются общими для философии и психологии, ведь психология, длительное время развивавшаяся в контексте философского знания, выделилась в самостоятельную область научных исследований в XIX в. благодаря развитию экспериментальных исследований психики. Соответственно, проведение дисциплинарных границ в употреблении данных понятий нередко затруднено, что рассматривается как проблема. В современной эпистемологии, как представляется, существуют более благоприятные методологические условия для решения данной проблемы, связанные с растущей дифференциацией эпистемологического знания, и отчетливой тенденцией формирования нескольких крупных направлений эпистемологии.

В эпистемологии под влиянием определенных идеалов научного знания и типов рациональности, свойственных тем или иным группам наук, в настоящее время сформировались несколько относительно самостоятельных направлений. Прежде всего, натуралистическое направление, методы, концепции и подходы которого формировались преимущественно на основе естественнонаучного идеала знания, классической рациональности, а также под влиянием методологии естествознания. Гуманитарное и социальное направления выделились в качестве самостоятельных в XIX–XX вв., а интенсивное развитие комплекса наук информатики и кибернетики во второй половине XX в. во многом обусловило формирование информационно-технологического направления эпистемологии.

В каждом из направлений рассматриваются различные аспекты субъект-объектного отношения, а познание и знание трактуются на основе определенных методологических подходов. В целом спектр методологических подходов к исследованию познания в эпистемологии достаточно широк: эволюционный, конструктивистский, экзистенциально-антропологический, феноменологический, коммуникативный, герменевтический, информационный, вычислительный и ряд других подходов. Объективно рост разнообразия методологиче-

ских подходов обусловлен растущей дифференциацией знания и последующей интерпретацией эпистемологических проблем теоретическими средствами различных наук. Некоторые методологические подходы применяются только в рамках конкретных направлений эпистемологии: в частности, в натуралистическом направлении — экзистенциально-антропологический. Другие подходы могут применяться в различных направлениях эпистемологии, способствуя интегративным процессам в философском исследовании познания: к таким подходам относятся информационный, конструктивистский подходы. Одни методологические подходы дополняют друг друга в ряде отношений, другие противоположны и находятся в отношении методологического противостояния (например, экзистенциально-антропологический и информационный подходы).

На основе отдельных методологических подходов концептуально оформляются специализированные эпистемологии, которые можно отнести к прикладному эпистемологическому знанию при данном рассмотрении структуры эпистемологии: эволюционная эпистемология, социальная эпистемология, информационная эпистемология, компьютерная эпистемология, конструктивистская эпистемология, кибернетическая эпистемология и т.д. В них познание трактуется под влиянием определенной научной парадигмы, включающей теорию, на основе которой осуществляется системное описание и объяснение функционирования объектов, относящихся к данной научной области. Степень зрелости различных специализированных эпистемологий и концепций, лежащих в их основании, неодинакова. Некоторые содержат весьма развитую рефлексивную составляющую в отношении собственной методологии, понятийного аппарата, эмпирического базиса, в то время как представители других продолжают дискуссии о собственных теоретико-познавательных и методологических основаниях.

Названные направления эпистемологии и методологические подходы не исчерпывают всего разнообразия современной эпистемологии, соответствующего высокой специализации современного знания и познания. Направления существуют не изолированно друг от друга, а полифония направлений и подходов соответствует междисциплинарному характеру современного научного знания. При этом в различных направлениях эпистемологии сложилось свое отношение к классической традиции, и в реальности существует сложное переплетение элементов классического, неклассического и современного понимания познания.

Субъект познания предстает в различных направлениях эпистемологии как субъект природный, телесный, отражающий, понимаю-

ций, обменивающийся информацией, рефлексирующий, интерпретирующий, конструирующий, говорящий, действующий, принимающий решения. Субъект познания — сложный развивающийся объект, открытая система, взаимодействующая со средой, система, в процессе функционирования которой формируется неявное знание субъекта.

Исследования в ряде направлений эпистемологии, в частности, в натуралистическом и информационно-технологическом, показали, что свойство «быть субъектом» возникло как инструмент адаптации и развития в условиях меняющейся, вероятностной среды познания [7]. Основу данного свойства составляет способность осуществлять синтез самой различной, разноприродной информации из внешнего и внутреннего мира познающего человека, объединять информацию о прошлом, настоящем и будущем и превращать в знание, на основе которого осуществляется деятельность.

Действительно, даже простое наблюдение за поведением человека показывает, что в каждый данный момент времени человек может знать о различных свойствах своего состояния, об организации собственного субъективного опыта на протяжении определенного промежутка времени. Разнокачественные ощущения (зрительные, слуховые, обонятельные, вкусовые, осязательные), сформированные разными органами чувств, а также эмоции, переживания и мысли воспринимаются при этом самим человеком как единое и целостное субъективное состояние. Качество единства субъективного мира позволяет человеку воздействовать на свое внутреннее состояние, управлять речью, восприятием, мыслями, эмоциями, вспоминать прошлое, планировать будущее, контролировать свое поведение, обеспечивать согласованные действия и деятельность. Благодаря данному свойству, т.е. свойству «быть субъектом», мы обладаем способностью реагировать в целостной форме на разнообразные воздействия среды. В результате объединения, синтеза информации, превращения ее в знание, создается потенциальная возможность осуществления продуктивного действия в соответствии с целями деятельности. Ведь познание и действие взаимосвязаны: человек действует на основе познания мира и познает в процессе действия.

Изучение различных концепций субъекта в основных направлениях эпистемологии показало, что можно выделить группу представлений, в которой субъект трактуется как совокупность устойчивых, воспроизводимых реакций, функциональных систем, установок, стереотипов, социальных ролей и группу представлений, в которых субъект представлен как активно конструирующий реальность, твор-

ческий, интерпретирующий, причем во всех вариантах деятельность субъекта носит целеполагающий характер.

Формирование и динамика устойчивого и изменчивого в познавательной деятельности субъекта осуществляется на основе *сознания и бессознательного как социокультурно детерминированных, взаимосвязанных и взаимодополнительных способов познания*. Под способами познания при этом понимаются способы формирования, функционирования, использования и передачи знания [8].

Двойственный осознанно/неосознанный характер познания, соответствующий социализированной «программе» жизнедеятельности человека, является фактором оптимизации деятельности человека в условиях вероятностной среды, обеспечивающим решение задач адаптации и развития, социализацию человека. Осознанно/неосознанный характер познания обеспечивает формирование требуемых обществу установок и стереотипов поведения, деятельности человека, находящихся в отношении корреляции к устойчивым социокультурным структурам, социокультурным нормам, стереотипам, стандартам и т.п., которые подлежат усвоению индивидом в онтогенезе, и превращаются в процессе образования и воспитания в систему неосознаваемых установок и стереотипов поведения личности, а также в соответствующие функциональные системы.

Осознание — это рефлексивная активация субъект-объектного (субъектного) отношения с целью получения знаний для решения текущих задач жизнедеятельности. Сознание как рефлексивность — это перерыв постепенности, выведение познания за пределы непрерывного когнитивного взаимодействия человека со средой. Осознание, функция которого состоит в обеспечении условий для восстановления единства познающего субъекта со средой, требует времени и определенных энергетических затрат, поэтому сознание работает медленнее, чем бессознательное (как это было показано в исследованиях активности мозга), но осознанное обучение происходит быстрее. С помощью сознания обеспечивается изменчивость поведения индивида в среде.

В процессе осознания происходит определенная «подстройка» субъекта познания к текущим задачам деятельности и реорганизация субъекта познания, причем частью такой реорганизации является изменение идентичности. В частности, в процессе коммуникации, как механизма социального взаимодействия, происходит непрерывная смысловая (нередко неосознаваемая) реорганизация опыта индивида, адаптация к конкретным условиям и контексту коммуникации. В принципе, процесс самоидентификации, изменения собственной идентичности продолжается в течение всей человеческой жизни и может трактоваться как когнитивный «инструмент». Эволю-

ционный смысл сознания, частью которого является самосознание, в том и состоит, что создается возможность оценки субъектом своей собственной деятельности и изменения ее для достижения тех или иных целей и удовлетворения потребностей. Благодаря сознанию, субъект познания получает возможность моделировать потенциально осуществимые сценарии деятельности, а также возможность, опираясь на декларативную память, вербальные и невербальные средства, передать информацию вовне.

Посредством осознания активируются определенные механизмы «согласования» гипотезы со средой — коммуникация, диалог, проблематизация, логический отбор, поиски решения, экспериментальная, практическая проверка и т.п. Затем происходит закрепление результатов отбора в индивидуальной памяти субъекта, в коллективных структурах культуры и передается следующим поколениям.

Вместе с тем, исследование показало, что познание может осуществляться без осознания. Обращение к представлениям о субъекте в различных направлениях эпистемологии показало, что в структуре познания существуют нерелексированные, неосознаваемые функциональные системы. В случае, если нет принципиальных несогласований с ожидаемым результатом, выступающим как системообразующий фактор по отношению к совокупности функциональных систем, «запускаемых» образом желаемого будущего, процесс познания может осуществляться бессознательно. При этом субъект может не отдавать себе отчета о том, какие явления действительности определяют неосознаваемое течение познания.

Познавательная активность субъекта осуществляется в этом случае на основе неявного знания, причем в неосознаваемом «автоматическом» режиме на основе готовых функциональных систем, сформированных онтогенетически и социокультурно обусловленных. Неявные знания носят преимущественно процедурный характер, существуют в неосознаваемой форме, слабо артикулированы и недоступны рефлексии. В этом случае познание осуществляется относительно автономно, на основе сформировавшихся автоматизмов и контролируется сознанием опосредованно — через систему целей, осознаваемых мотивов, эмоций. Другими словами, устойчивость познавательной деятельности субъекта обеспечивается системой констант разного рода, установок, которые формируются на основе коллективных представлений и функционируют бессознательно. Выделение таких устойчивых, формализуемых компонентов познания возможно на основе информационно-технологической трактовки познания.

Для неосознаваемой познавательной деятельности характерны слитность, неразделенность, актуальное единство субъекта и объекта. Принципиально неверной является трактовка неосознаваемой познавательной активности как исключительно нейрофизиологической деятельности. В многочисленных нейрофизиологических и психофизиологических исследованиях было показано, что определенная организация информационных процессов мозга (повторный вход, информационный синтез и др.) позволяет насыщать, наделять поступающую из внешней среды информацию субъективными личностными смыслами, так как она проходит через память, хранящую биографический, личностный опыт субъекта. Информация становится нашим личностным восприятием только лишь после прохождения такого малого когнитивного круга, на данном этапе она осваивается, становится «своей» [9]. На неосознаваемом уровне информация обрабатывается, объединяется (синтез познавательных процедур) и используется очень быстро, что является полезным эволюционным приобретением, оптимизирующим процесс познания и обеспечивающим устойчивость, стабильность и предсказуемость поведения индивида.

В процессе индивидуального когнотенеза у человека формируется определенный когнитивный стиль [10], который включает в себя не только инструментальную составляющую (приемы познания и т.п.), но и содержательные моменты. Для исследования когнитивного стиля в аспекте сочетания и соотношения различных типов рациональности представляет интерес концепция социального распределения знаний, разрабатываемая в феноменологической социологии [11].

Феноменологическая социология исходит из того, что в обществе знание распределено неравномерно, при этом индивидуальные запасы знания различаются в структурном (по составу, содержанию, форме) и генетическом отношении (по происхождению знания). В феноменологической социологии сложилось представление об идеальных типах, репрезентирующих базовые структуры социального распределения знаний — «эксперт», «обыватель» и «хорошо информированный гражданин». Знание эксперта носит специализированный характер, отличается ясностью, логической непротиворечивостью, системностью и верифицируемостью. Знания наиболее востребованного обществом «хорошо информированного гражданина» — это знания рационально мыслящего человека, умеющего использовать в своей деятельности экспертное знание, владеющего методами превращения информации в знание. Знания обывателя носят преимущественно рецептурный характер, достаточный для достижения практических целей повседневной жизни. С понятием «когнитив-

ный стиль» может быть соотнесено понятие «когнитивная ниша», которое в эволюционной эпистемологии вводится для обозначения реальности, сформированной на основе индивидуального когнитивного опыта.

В принципе, каждый человек объединяет в себе (относительно разных областей знания и видов деятельности) и обывателя, и хорошо информированного гражданина и эксперта. Другими словами, структура когнитивного стиля включает в себя конкретное индивидуальное сочетание различных типов рациональности: здравого смысла, стиля профессионального мышления, стиля мышления и т.п.

Вместе с тем, особенности когнитивного стиля во многом определяются именно неявным знанием, не осознаваемыми индивидом когнитивными установками и стереотипами, автоматизмами, которые формируются в процессе онтогенеза. Субъект как член той или иной социальной группы усваивает образцы типичного для данной общности поведения и познания через такие механизмы социализации, как подражание и идентификация. Часть структур усваивается индивидом без осознания, без рефлексии и таким же способом функционирует в виде сложившихся у индивида функциональных систем и познавательных установок, которые могут реализоваться в деятельности индивида автоматически, под влиянием привычных «запросов» среды и потребностей человека. При этом влияние этих образцов на деятельность актуально субъектом не осознается и не контролируется.

В результате когнитивный стиль складывается как уникальное, биографически обусловленное сочетание явного и неявного знания, сформированного осознаваемым и неосознаваемым способами. В онтогенезе каждый человек вырабатывает свойственную только ему индивидуальную технологию работы с информацией, не всегда осознавая этот процесс или осознавая его с разной степенью ясности. Во многом данный процесс автоматизируется, становясь основой когнитивного стиля, под которым понимается совокупность взаимосвязанных приемов, способов, стратегий осуществления познавательной деятельности, определяющаяся своеобразием как внешних требований, так и индивидуальных предпосылок реализации познавательной активности. Формирование когнитивной сферы в онтогенезе предполагает определенную «автоматизацию» познавательных функций и их неосознаваемое для человека функционирование.

Козволюция индивидуального, коллективного и социального субъекта

Трактовка сознания и бессознательного как способов познания позволяет интегрировать данные понятия в эпистемологию и исследовать функционирование познания в культуре и социуме на основании таких принципов как *принцип единства сознания, бессознательного и деятельности* (развитие принципа единства сознания и деятельности, сформулированного выдающимся советским психологом А.Н. Леонтьевым), а также *принцип коэволюции индивидуального, коллективного (микросоциального) и социального (макросоциального) субъектов* [8].

Взаимосвязь индивидуального, коллективного и социального субъектов носит существенный и необходимый характер. Социум отражается и выражается в субъекте, субъект формируется и действует в социуме. В индивидуальном «Я» и индивидуальных формах человеческой деятельности и мышления субъективируется, сохраняется, воспроизводится всеобщее, коллективное, совокупное человеческое знание и культура, а также опыт человеческой деятельности. Одновременно существование культуры и социума поддерживается и развивается на основе целеполагающей, преобразующей деятельности индивида [12].

Устойчивыми, эпистемологически значимыми структурами социальной реальности являются социальные институты, стереотипы поведения, деятельности, нормы, дисциплинарные рамки и т.п., которые осознанно/неосознанно осваиваются индивидуальным субъектом, становятся его личностными когнитивными установками и одновременно значимым фактором функционирования социума, влияют на содержание и форму знания. Часть структур усваивается индивидом без осознания, без рефлексии и таким же способом функционирует в виде сложившихся у индивида когнитивных функциональных систем и установок, которые могут реализоваться в деятельности индивида автоматически, под влиянием привычных «запросов» среды и потребностей человека. Социум является не просто средой, а скорее непосредственным участником процессов познания, без которого вся полнота взаимодействия сознания и бессознательного не может быть развернута, реализована и объяснена. Важно подчеркнуть, что сознание и бессознательное также формируются и функционируют в социокультурном и историческом контексте деятельности индивида.

Существенный интерес в этом отношении представляет трактовка повседневности в социальном аспекте как совокупности типичных, создающих повторяющиеся образцы поведения и типичные

сценарии. При этом разрушение привычной повседневности в случае резких социальных переориентаций (революций, кризисов) разрушает типизацию, образцы взаимодействия и, следовательно, социальную структуру. Как представляется, такое разрушение повседневности происходит в настоящее время в связи с широким распространением информационных и информационно-коммуникационных технологий, которые начинают выполнять функции коллективного субъекта (принятие решений, рационализация и т.п.). Автоматизация рутинной работы с информацией — это, безусловно, благо. Но, вместе с тем, можно предположить, исходя из гипотезы о социокультурном способе формирования неосознаваемых установок познания и деятельности, что возрастание количества видов познания, в которых используются информационные технологии и технологии искусственного интеллекта меняет структуру неосознаваемой части познания. Одним из следствий данной тенденции является феномен «фрагментарности» сознания, наблюдающийся в настоящее время и порождающий дискуссии об разрушении личности, исчезновении «Я», подобно исторически известным дискуссиям об исчезновении материи в связи с новыми научными открытиями конца XIX — начала XX вв.

Заключение

Таким образом, познавательная деятельность индивида с необходимостью сопряжена, соотнесена с развитием культуры и социума. Изучение формирования и функционирования осознаваемых и неосознаваемых, явных и неявных пластов знания невозможно вне изучения коллективных и социальных структур, на основе которых формируется, воспроизводится, и развивается познание человеком мира, закрепляется и передается знание, вне анализа деятельности, взаимодействия, коммуникации, языка.

Литература:

1. Митчем К. Что такое философия техники? / Пер. с англ. Под ред. В.Г. Горохова. — М.: Аспект Пресс, 1995. — 149 с.
2. Полани М. Личностное знание. На пути к посткритической философии. — М.: Прогресс, 1985. — 343 с.
3. Карп В.П., Никитин А.П. Интуитивное и логическое в задачах распознавания и принятия решений // Эпистемология и философия науки. М., 2005, т.V, № 3. — С.104–120.
4. Холодная М.А. Структура и функции естественного интеллекта в контексте проблемы искусственного интеллекта. — Режим доступа: <http://www.scm.aintell.ru/S/s6.htm>

5. Nikitina E. Techno-Socialization of a Human Being. // Workshop «Philosophy&Engineering». Abstracts. — Delft University of Technology, 2007.
6. Дубровский Д.И. Бессознательное и гнозис // Бессознательное: природа, функции, методы исследования. В 4-х томах. Т.4. — Тбилиси: Мецниереба, 1985.
7. Эволюция. Мышление. Сознание. (Когнитивный подход и эпистемология) — М.: Канон+, 2004. — 352 с.
8. Никитина Е.А. Познание. Сознание. Бессознательное. — М.: Либроком, 2011. — 224 с.
9. Иваницкий А.М. Проблема «сознание-мозг» и искусственный интеллект // Научная сессия МИФИ-2006. VIII Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2006»: Лекции по нейроинформатике. — М.: МИФИ, 2006.
10. Холодная М.А. Когнитивные стили. О природе индивидуального ума. 2-е изд., перераб. — СПб. «Питер», 2004. — 384 с.
11. Шютц А. Смысловая структура повседневного мира: очерки по феноменологической социологии. — М.: Институт Фонда «Общественное мнение», 2003. — 336 с.
12. Естественный и искусственный интеллект: методологические и социальные проблемы / Под ред. Д.И.Дубровского и В.А.Лекторского. — М.: Канон+, 2011. — 352 с.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ОБЪЕКТ ФИЛОСОФСКОЙ РЕФЛЕКСИИ

А.Ю. Нестеров

*Самарский государственный аэрокосмический университет
им. академика С.П. Королёва
aynesterow@yandex.ru*

Вопрос о разуме — «что такое разум?» (или разумность, рациональность, интеллектуальность) — это традиционный вопрос метафизики. Невозможно получить определение понятия разума процедурой познания с прямой интенциональностью, поскольку разум — это и есть та среда, в которой всякий раз во всякий момент времени возникает ответ о разуме. Иными словами, говоря и размышляя о разуме, мы продолжаем использовать его в самом процессе говорения и размышления. Это положение дел ставит понятие разума в один ряд с понятиями бытия, сознания, языка, информации и т.п.

Определение понятия разума возникает в акте самопознания и носит рефлексивный характер. Начиная с Платона, а в христианской традиции — с Николая Кузанского, разум рассматривается как инстанция человеческого сознания, отличная от чувственного восприятия (способности фиксировать объекты «внешнего мира») и от рассудка (способности составлять «мнения» или «суждения» на том или ином языке). Наиболее полно понятие разума, понимаемого в качестве механизма рефлексии, рассмотрено в традиции немецкой классической философии.

Философия Нового времени, формирующая на основе понятия «знание» критерии «научного знания» или «науки», создаёт ряд метафизических (то есть рефлексивных) моделей, получающих практическое, опытное подтверждение: это модели экспериментальной физики, химии, биологии и т.д. В терминах этих моделей оформляется концепция инженерного или технического мастерства, позволяющего воплощать теоретическое знание в материальном субстрате, то есть воссоздавать во «внешнем мире» теоретические объекты, полученные рефлексией. Языком этой концепции является математика (Г. Галилей).

Техника как воссоздание в наблюдаемом мире теоретических, изначально не наблюдаемых объектов (или как экзосоматическая, внетелесная реализация рассудочных структур человеческого сознания в рамках проективного семиозиса), ставит серьёзный философский вопрос о соотношении естественного и искусственного. Где

заканчивается то, что у человека «от природы», и где начинается то, что человек «сделал сам»? Где граница между объектами, «изначально» доступными прямому познанию, и объектами, которые стали доступными ему благодаря технике? Наиболее сложная постановка этого вопроса — а зачем вообще человеку техника, искусственные объекты, «новое»? Ответ всех философских традиций на этот вопрос одинаков: искусственные объекты и техника показывают уровень самосознания человека и человечества, то есть его способность контролировать материю (субстрат семиозиса) при реализации объектов, созданных в актах рефлексии и воображения.

Искусственная интеллектуальность представляет собой попытку технического воссоздания структур рефлексии, присущих человеческому сознанию (моделирование «разума»), а в мягкой форме — попытку воссоздания синтаксических структур тех или иных языков (моделирование «рассудка»). С первых попыток построения искусственного языка и вплоть до проекта «Аватар» речь идёт о расширении границ познаваемого и контролируемого человеческим умом, которые в каждый момент времени показывают и, сколько естественно-человеческого осталось в человеке, какого рода процедуры он в состоянии передать созданным им механизмам, а какие пока нет.

Если для математики и кибернетики понятие «искусственного интеллекта» (ИИ) связано с автоматизацией решений неалгоритмических задач (О.П. Кузнецов), то для философии ИИ (где философия в духе Венского кружка понимается как методология) круг задач существенно шире и определяется соотношением «искусственного» или технически воссоздаваемого и естественного, то есть известного, наличествующего, познанного, но технически пока не реализуемого в рамках каждой из философских дисциплин.

В рамках онтологии (учения о мире, как он есть на самом деле безотносительно к тому, как его кто-либо может наблюдать или мыслить) задача философии ИИ — найти методологические возможности выхода из круга автокоммуникации. Человечество как субъект коммуникации постоянно оставляет сообщение самому себе во времени и у него нет иного собеседника, кроме себя самого (Ю.М. Лотман), соответственно нет и нечеловеческой точки зрения на какие-либо человеческие вопросы. Инженерные модели ИИ, видимо, рано или поздно смогут предложить человеку внешний взгляд на самого себя — и в этом плане задачи ИИ эквиваленты задачам поиска внеземных цивилизаций (будь то программа SETI или подходы трансперсональной психологии).

В рамках теории познания располагаются задачи анализа методов и моделей математики, логики и кибернетики, применяемых в области ИИ, задачи сопоставления этих моделей с данными нейро-

физиологии и накопленным опытом аргументации в области философии сознания. Это наиболее активно развивающаяся область философии ИИ, ей посвящена огромная литература.

В рамках герменевтики (учения о понимании и интерпретации) задачи связаны с анализом путей формализации известных моделей и определений понимания, сложившихся в истории философии и лингвистики. Понимание после Августина — это переход от знака к его значению (В.Г. Кузнецов), после В. Дильтея понимание рассматривается как минимум на двух уровнях: как переход от коммуникативного знака к некоммуникативному значению (объекту), а затем как переход от объекта к тому существу, которое им манифестируется. В области методологии существенные успехи достигнуты в формализации процедур понимания для искусственных математических языков, однако совершенно не ясны механизмы перехода от смыслов к значениям в естественных языках, равно и механизмы интерпретации переносных значений, отсутствуют какие-либо типологии знаков, позволяющие разделять коммуникативные знаки и гносеологические знаки и т.п.

В рамках эстетики перед философией ИИ стоит задача формализации понятия «прекрасное». В части формализации художественного (той суммы средств, которую автор — художник, поэт, скульптор и т.п. — использовал для создания у зрителя переживания прекрасного) достигнуты некоторые успехи. Количественные методы в эстетике позволяют описать некоторые закономерности построения художественной формы (как объективно данного текста) средствами математики (Ю.М. Лотман, М. Бензе), поскольку художественное — это часть техники в общем смысле. Однако само понятие прекрасного (например, в виде «чувственного свечения идеи» у Г.В.Ф. Гегеля) остаётся методологически непрояснённым, как для эстетики творчества и рецептивной эстетики, так и для эстетики текста.

В рамках этики философия ИИ определяется трансгуманизмом как новой идеологией (под «идеологией» понимается содержание метафизических понятий, транслируемых культурой), характеризующей эпоху кибернетической революции. Трансгуманизм подразумевает анализ границ человеческого в естественнонаучном, нравственном, эстетическом измерениях с целью обнаружения путей их качественного преодоления. В аксиологическом плане трансгуманизм ставит задачу осмысления качественно новой системы ценностей и экзистенциальных смыслов, обозначения требований высокой этики постсингулярного этапа развития цивилизации.

Языком философии ИИ с большой долей уверенности можно считать язык общей семиотики, позволяющий разграничивать семантические, синтаксические и прагматические правила. Анализ ло-

гики развития кибернетики средствами семиотики показывает, что потенциал общей теории систем, связанный с расширением знания путём применения синтаксических правил одной системы к описанию некоторой другой системы по принципу аналогии, исчерпан. Задачи развития, стоящие перед философией ИИ, описываются не через соотнесение синтаксиса и семантики (как это имело место вплоть до 80-х годов XX в.), но через анализ прагматики. Обычно эти задачи связываются с «проблемой человека», которая в свете прагматики оказывается множеством разнородных задач фиксации, анализа и интерпретации прагматических правил. Проблемы прагматики, на которые необходимо найти методологически внятный ответ, допускающий процедуру формализации и практической проверки инженерными (математическими и кибернетическими) средствами, формулируются следующим образом: что делает знак знаком в некоторой среде? Чем отличаются коммуникативные знаки от некоммуникативных знаков, какие существуют виды и типы некоммуникативных знаков? Чем отличается фикциональный знак от нефикционального знака?

В заключение отметим, что важной задачей философии ИИ является обсуждение в инженерном (математическом и кибернетическом) сообществах истории аргументации в каждой из философских дисциплин.

Литература:

1. *Иванов Д.В.* Природа феноменального сознания. — М., Либроком, 2013. — 240 с.
2. *Дубровский Д.И.* Сознание, мозг, искусственный интеллект: сб. статей. М. Канон+, 2007.
3. *Моррис Ч.У.* Основания теории знаков // Семиотика: Антология / Степанов Ю.С. (сост.). М.; Екатеринбург, 2001.
4. *Нестеров, А.Ю.* Проблема и понятие знака в эпистемологии и теории коммуникации // Философия науки. 2008. 1(36).
5. *Нестеров, А.Ю.* Семиотическая схема познания и коммуникации. Самара, 2008.
6. *Gunther G.* Das Bewusstsein der Maschinen. Eine Metaphysik der Kybernetik. Baden-Baden, 2002.
7. *Mittelstrab J.* Enzyklopadie Philosophie und Wissenschaftstheorie. Stuttgart; Weimar, 2004.

ИННОВАЦИИ: КАЧЕСТВО ЖИЗНИ И РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИЙ

Д.Б. Горбунов

Председатель Комитета по инновациям и венчурному финансированию Московской Ассоциации предпринимателей
gor@kit-vf.org

«Принципиально новое качество жизни трудящихся масс при социализме «отнюдь не сводится к материальному комфорту, а вбирает в себя весь спектр полнокровного человеческого бытия»

(Ю.В. Андропов, журнал «Коммунист», 1983, №3, с. 14)
<http://tapemark.narod.ru/kommunizm/058.html>

Эпиграфом взяты слова, показывающие, что при любом общественном строе государство, так или иначе, ведет комплексную работу по созданию комфортных условий жизни населения, иными словами — по повышению качества жизни. Насколько эффективна эта деятельность, вопрос дискуссионный, да это и не предмет настоящей статьи.

Не вдаваясь в детали, принимаем, что «инновация» — это результат деятельности, направленный на повышение качества жизни и комплексное развитие территории. Предлагается выйти за рамки экономического аспекта.

Особенностью современной ситуации в России является угроза серьезного социально-экономического кризиса. В последнее время в выступлениях руководства страны, в официальных документах, социальных сетях и в СМИ все больше внимания уделяется вопросам обновления промышленности, регионального развития, повышению не только инвестиционной, но и инновационной привлекательности территорий.

Решить задачу преодоления социально-экономического кризиса возможно через возрождение научно-инженерного класса. Кроме ученых-экспериментаторов, инженеров и технических специалистов, к научно-инженерному классу относятся, с одной стороны, представители фундаментальной и отраслевой науки и связанного с ней высшего профессионального образования, с другой — производственники в широком смысле, включая руководителей производств. В России, в силу сформированной в начале XX века специфической связки науки, военно-промышленного комплекса и производства, научно-инженерный класс, несмотря на последствия деиндуст-

триализации, до сих пор является многочисленным, высокообразованным, хорошо организованным и готовым к созидательному труду.

Еще более возросла роль инженера в XX веке. В последние 30 лет распространение глобальной финансовой рамки на все сферы общественной жизни, в том числе на производство, отодвинул ученого и инженера на задний план в публичном восприятии. Утрачен престиж технических и инженерных специальностей. Тем не менее, ученые и инженеры являются сейчас идеологически оформленным и сплоченным классом не только в России, но и в других странах с исторически развитой научно-технической культурой.

Безусловно, следует отличать сервисные инженерные функции от научных и созидательных. Последние становятся все более востребованными в условиях морального и физического износа крупных промышленных и инфраструктурных объектов.

В настоящее время у большей части трудоспособных российских граждан отсутствует заинтересованность как в создании и продвижении инноваций, так и в их использовании. Государство и крупнейшие корпорации не выполняют функции *ответственного заказчика* на инновации (за пределами отраслевых приоритетов, обусловленных жесткой глобальной конкуренцией и национальной безопасностью).

Основным препятствием в освоении инноваций является *низкая готовность людей к изменению сложившихся способов работы и стиля жизни*. Исключением (во всех развитых странах) является небольшая часть населения, представленная прирожденными изобретателями, инженерами-новаторами, патриотически-настроенными предпринимателями. В силу выраженной творческой компоненты такие люди, как правило, не способны к длительной кооперации, они конфликтны, быстро «выгорают», им требуется социальная и психологическая поддержка. Одной из задач текущего момента является встраивание одаренных людей в инновационный процесс.

Качество жизни

Логика развития страны показывает, что в настоящее время требуются гибкие формы взаимодействия государственного управления, предпринимательства и общественного развития, обеспечивающие и ход естественного развития, и гибкость системы территориального управления. Возник запрос на интеллектуализацию происходящих процессов для выработки собственной работоспособной стратегии развития территорий. Остро стоит вопрос об инновациях, в том числе управленческих, как единственном механизме обеспечения полноценного развития.

За последние несколько десятилетий произошел серьезный технический прорыв, потянувший за собой социальные изменения, которые наиболее ощутимы в области коммуникаций (транспорт, средства связи, инфраструктура и т.п.). Через интернет можно добраться до каждого человека, относящего себя к современному обществу.

Одной из ключевых задач является продвижение локальных инноваций на места. В отличие от принятого в научно-техническом сообществе смысла инноваций как прорывных технологических разработок и ноу-хау, обладающих новизной в терминах патентного права, локальная инновация понимается здесь как *новшество для данной территории, улучшающая качество жизни проживающих там людей.*

Принятие и освоение локальных инноваций становится предметом деятельности на территории, вовлекающей местные административные, образовательные, научные, предпринимательские, производственные, информационные и коммуникационные ресурсы.

Рисунок 1 иллюстрирует схему вовлечения ученого и предпринимателя в процесс создания инновационного продукта.

Инновации: качество жизни и развитие территории

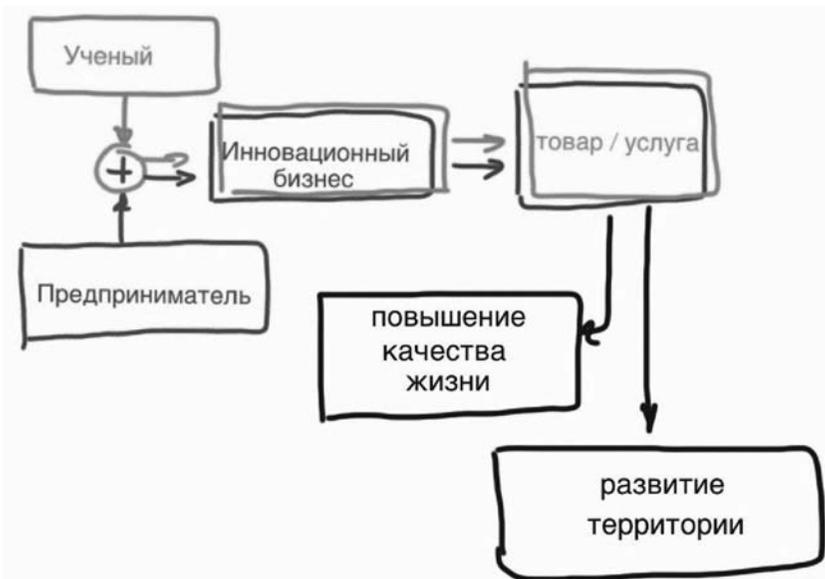


Рис. 1.

Развитие территории

Задачи территориального развития тесным образом связаны с процессом гармонизации отношений власти, общества и бизнеса на местах. Если каждая из указанных сторон имеет свои цели и установки, не связанные с территорией, с укреплением государства и повышения качества жизни граждан, общественная энергия расходуется на удовлетворение сиюминутных интересов.

Инновации на территории



Рис. 2.

Результатом взаимодействия участников процессов проиллюстрированных на схеме (рис. 2) является инновационная деятельность (создание нового) адекватная задачам общественного развития на конкретной территории.

В настоящее время степень управляемости страны крайне низкая именно вследствие отсутствия информации с мест. Речь идет не о формальной отчетности и количественных данных, а о совокупности информации, дающей возможность сделать качественный анализ и получить адекватную картину происходящего в каждом регионе и муниципалитете для принятия адекватных управленческих решений на месте, а не из центра. Современное управление основано на параметрах. Для перехода к *управлению по параметрам* недостаточно иметь машинные информационные и экспертные системы (программно-аппаратные комплексы), требуется участие Организатора, способного осуществить сборку целого из предоставленных данных.

Процедура принятия решения ученым о создании бизнеса на основе результатов научно-технической деятельности

Стартап — начало бизнеса. Развитие стартапа проходит несколько ключевых стадий, на каждой из которых необходимы разные компетенции членов команды.

Укрупненно, этапы следующие:

1. Завершение НИОКР и создание опытного образца. Действующего опытного образца (!);
2. Изготовление опытной партии и выполнение пробных продаж (изучение рынка);
3. Организация серийного производства (не обязательно, собственное производство налаживать, можно размещать заказ на изготовление продукции) и выход на рынок.

Заметьте, речь идет не о научной деятельности, а о коммерческой. Хотя и употребляются термины «НИОКР», «опытный образец». Развитие компании это управленческая задача и от правильности ее понимания, от адекватности руководителя проекта, зависит успешность в реализации.

И еще важно отметить: на всех трех этапах решаются управленческие задачи, задачи организации производства. Зарубежная практика показывает (да и не долгая отечественная подтверждает этот тезис), что наиболее успешные коммерсанты в инновационной сфере имеют базовое инженерное образование.

Инновации на территории

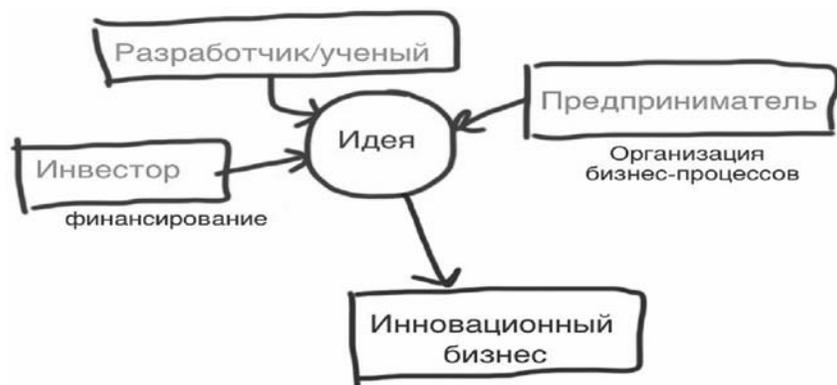


Рис. 3. Участники инновационного процесса.

На рис. 3 приведена схема, отражающая основных участников инновационного процесса, которые являются носителями соответствующих компетенций. Ученый — привносит в проект новые знания для придания новых качеств продукту, для использования новых технологий. Предприниматель обеспечивает в проекте бизнес-процессы. Инвестор — организует финансирование и заботится о росте капитализации компании, о росте её стоимости.

Есть несколько ключевых вопросов, получив положительные ответы на которые, можно говорить о бизнес-потенциале проекта.

1. Какая проблема будет решена в результате реализации проекта?
2. Какой продукт/услуга будет производиться в рамках проекта?
3. Кто будет покупать и использовать продукт? При ответе на этот вопрос необходимо учитывать, что зачастую пользователь не принимает решение о покупке и значит, в дальнейшем, необходимо учитывать это при планировании продаж.
4. Задумывая бизнес, необходимо понимать, будет ли бизнес-деятельность рентабельна.

Ответ на каждый из этих вопросов влечет за собой развертывание логической цепочки управленческих решений.

Вернемся к вопросу о решаемой Вашим проектом проблеме. Для многих инициаторов это самый значимый мотив и он затеняет вопросы о том, кому это нужно и кто будет платить. Необходимо в самом начале проекта понимать его коммерческий потенциал.

Определив покупателя (целевую аудиторию проекта), необходимо разработать и реализовать маркетинговую стратегию. Как правило, в команде ученых нет соответствующих компетенций. Значит, надо приглашать специалиста или развивать компетенции внутри команды. Это требует и времени и денег. Да и в смете, как правило, таких затрат разработчики не предусматривают.

Для ответа на вопрос о потенциале рентабельности можно решить элементарную задачу: предполагаемую стоимость продукции умножить на предполагаемый объем продаж в определенную единицу времени, например, за год. И полученную сумму сравнить с желаемым доходом. Если Вы будете честны с собой, и ответ Вас удовлетворит, то можно предположить, что коммерческий потенциал у проекта есть. Немногие авторы проектов задумываются над этим, а ведь результат очень сильно влияет на понимание проекта как бизнеса.

Необходимо коснуться вопроса привлечения ресурсов в проект. Как правило, на стадии НИОКР — финансирование поступает от государства. А вот на второй стадии — изготовление опытной партии и проведение первых продаж, изучение рынка, возникают проблемы. Причем проблемы не в отсутствии денег вообще, а в невозможности

получения доступа к ним. Бытует представление, что это зависит от внешних факторов, а практика показывает, что стартапы просто не умеют получать необходимые для развития бизнеса ресурсы. Это проблемы внутренние — отсутствие необходимых компетенций.

В качестве иллюстрации можно привести в пример довольно развитую государственную инфраструктуру, призванную обеспечить молодые технологические бизнесы необходимой экспертизой и ресурсами. Это и институты развития (Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, Российский фонд технологического развития, Российская венчурная компания, МСП-банк и др.), это и территориальные программы (бизнес-инкубаторы и техно-парки, выделение субсидий и грантов). Немногие проекты используют все возможности в полной мере.

Можно ли создать бизнес на основе результатов научной деятельности в сфере ИИ? Если Вы видите, или предполагаете, что найдутся пользователи, а главное — покупатели, на продукцию/услугу, созданную с использованием Вашей разработки, то у Вашего проекта есть бизнес-потенциал.

Опыт и практика

Многие из указанных выше форм и методов работы с инновациями начали разрабатываться и применяться в рамках Общественной рабочей группы по инновациям (ОРГИ), общественно-политического проекта сторонников партии «Единая Россия». ОРГИ сформулировала основные принципы переосмысления темы инноваций и начала реализацию практических шагов. Первичной целью проекта было изменение общественной нормы в отношении инноваций для гармонизации отношений власти, бизнеса и общества. Акцент сделан на разработке и освоении в практике новых способов кооперации и форматов общественно-профессиональной коммуникации, позволяющих создать единое пространство мышления и деятельности разных участников инновационного процесса на федеральном и местном уровнях. Деятельность ОРГИ направлена на интеллектуальное обеспечение управления на местах и развитие экспертизы.

Деятельность по организационно-финансовой поддержке инновационных проектов и организаций инфраструктуры ведется в рамках Комитета по инновациям и венчурному финансированию Московской Ассоциации предпринимателей. Комитет и его партнеры обеспечивают необходимыми сервисами стартующие и растущие инновационные компании. Вслед за повышением качества проекта приходит и ресурсная поддержка, так как существенно снижаются инвестиционные риски.

Одной из задач общественно-предпринимательской поддержки территориального развития является восстановление полноценного инновационного процесса, **«инновационной реконструкции среды, позволяющей принимать и реализовывать инновации на местах»**. Участники ОРГИ осуществили практические исследования и провели разработку новых форматов общественно-профессиональной экспертизы инновационных проектов, Смотра инноваций, Большого Жюри, Городской инновационной ассамблеи, позволяющих начать освоение инноваций в конкретном районе; причем таких инноваций, которые решают задачи данной территории.

Эта не имеющая аналогов работа по созданию «действующего образца» инновационного процесса, так называемая «инновационная реконструкция территории», проводится с января 2013 года в Ступинском районе Московской области по договору с администрацией района. В результате СМР стал единственным муниципальным районом, в котором официально принята и реализуется Стратегия инновационного развития на период до 2030 года и действуют самоорганизованные группы из числа местных и приглашенных инноваторов, реализующих инновационные проекты. За шесть месяцев было проведено четыре территориальных Больших Жюри, представлено 26 инновационных проектов и инициатив, из которых 6 уже нашли своих «ответственных заказчиков» и находятся в стадии освоения в районе. Еще 2 проекта реализуются в соседних районах.

В территориальных рамках ОРГИ работает с муниципалитетами и регионами в лице исполнительных органов власти, формализованных бизнес-сообществ на местах, отработывая на практике методы, технологии работы и формируя обратную связь. Основными публичными форматами являются Стратегическая сессия, Большое Жюри, Городская инновационная ассамблея. Форматы общественно-профессиональной коммуникации: специализированные круглые столы инициаторов проектов и заинтересованных сторон по итогам Больших Жюри.

В рамках инновационных проектов отработываются различные форматы работы со всеми поступающими проектными инициативами, направленные на обеспечение инициаторов проектов информацией о способах и программах поддержки на территории, развитием умений коммуникации с различными сторонами (Смотр инноваций), доформатированием наиболее подготовленных проектов в общественно значимые.

СОДЕРЖАНИЕ

КАК ИССЛЕДОВАТЬ ЭВОЛЮЦИОННОЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТА? <i>В.Г. Редько</i>	3
СУБЪЕКТИВНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ, МОЗГ И РАЗВИТИЕ НБИК-КОНВЕРГЕНЦИИ: ЭПИСТЕМОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ <i>Д.И. Дубровский</i>	25
ОБ АКТУАЛЬНЫХ ФИЛОСОФСКИХ ПРОБЛЕМАХ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА <i>Е.А. Никитина</i>	38
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ОБЪЕКТ ФИЛОСОФСКОЙ РЕФЛЕКСИИ <i>А.Ю. Нестеров</i>	52
ИННОВАЦИИ: КАЧЕСТВО ЖИЗНИ И РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИЙ <i>Д.Б. Горбунов</i>	56

Сдано в печать 08.11.2013 г.

Формат 60x90/16. Объем 4,0 уч. изд. л.

Тираж 300 экз.

Издатель И.П. Матушкина И.И.

Отпечатано в типографии ООО «СамПолиграфист»