

Репрезентация знания в когнитивных науках

© В.А. Иноземцев

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Разработана концепция когнитивной репрезентологии, в рамках которой изучается проблема репрезентации знания в когнитивных науках. Выявлены специфика и пути решения этой проблемы в таких науках, как когнитивная психология, когнитивная лингвистика, когнитивная психолингвистика, различные варианты эволюционной эпистемологии, экологический подход к зрительному восприятию (или экологическая эпистемология), теория персональных конструктов.

Ключевые слова: *репрезентация знания, когнитивные науки, когнитивная психология, когнитивная лингвистика, когнитивная психолингвистика, эволюционная эпистемология, экологическая эпистемология, теория персональных конструктов*

В настоящей работе под термином «*когнитивные науки*» (*когнитивистика*) будем понимать совокупность научных дисциплин и междисциплинарных направлений исследований, таких как когнитивная психология, когнитивная лингвистика, когнитивная психолингвистика, эволюционная теория познания и других, которые изучают познавательную (когнитивную) деятельность и связанные с ней когнитивные структуры и процессы. Это значение термина «*когнитивные науки*» в узком смысле. В широком смысле когнитивными являются науки, объект которых — познание вообще и способы познания. В этом случае в состав когнитивных наук оказываются включенными многие разделы философии (по крайней мере, теория познания), логика, антропология, нейрофизиология, кибернетика, теория искусственного интеллекта (ИИ), все психологические и лингвистические науки. В настоящей статье применяется по умолчанию узкая трактовка в понимании когнитивных наук.

В начале XXI в. когнитивные науки становятся основой когнитивных технологий, которые объединяются вместе с нано-, био- и информационными технологиями в так называемые НБИК (NBIC) технологии. Когнитивные технологии входят в авангард этих высоких технологий, выступая приоритетным инновационным направлением развития современных междисциплинарных научно-технологических исследований. В силу того что в когнитивных науках исследуется обработка когнитивной информации (и превращение ее в знания), причем не только людьми, но и компьютерами, у когнитивистики имеются значительные зоны пересечения с компьютерными науками и искусственным интеллектом (ИИ).

Каждая *когнитивная наука* занимается изучением процесса познания под особым углом зрения, использует специфические методы. В этом заключается различие предметов когнитивных наук. С появлением данных наук исследователи начинают говорить о когнитивном стиле, когнитивных принципах, когнитивных метафорах когнитивной революции (когнитивном повороте), когнитивизме. *Когнитивизм* открывает новую парадигму научного знания, становится одним из важнейших факторов появления постнеклассического типа научной рациональности. В историю науки когнитивизм привносит новое осмысление того, как следует изучать знание и как можно исследовать проблему представления мира в мышлении людей (т. е. рассматривать внутренние репрезентации). В этой связи проблема репрезентации знания становится центральной в когнитивных науках.

Первой среди когнитивных наук по времени возникновения следует считать когнитивную психологию, концептуальное оформление которой относится к концу 1950-х годов, а сам термин впервые ввел в употребление У. Найссер в 1967 г. [1]. Появление этого нового раздела психологии вызывается также достижениями в логике и кибернетике. Когнитивная психология изучает когнитивные структуры и когнитивные процессы [1–3]. Когнитивные структуры — это структуры восприятия и памяти, посредством которых люди получают и хранят информацию об окружающей их действительности. Когнитивные процессы, в отличие от более пассивных когнитивных структур, являются активными компонентами познания и определяют воздействие этих структур на принятие решений и организацию деятельности субъектов в окружающем мире.

Когнитивизм, когнитивный подход и когнитивное моделирование, начиная с 60-х годов XX в., получают значительное распространение в современной науке. В фокус изысканий когнитивной психологии в этот период попадают такие сложные феномены, как планирование целесообразной деятельности, а также механизмы образования и функционирования внутренних (когнитивных) репрезентаций. Посредством этих репрезентаций решается актуальная для когнитивной психологии проблема того, как знания представляются в мышлении, т. е. каким образом репрезентируется в них информация о действительности.

В когнитивной психологии в частности и в когнитивных науках в целом при анализе когнитивной деятельности используются специальные теоретические конструкты, такие как когнитивные репрезентации, ментальные репрезентации, концептуальные репрезентации, вербальные репрезентации, пропозициональные репрезентации.

На первом этапе исследований в когнитивной психологии в конце 1950-х — 1960-е гг. значительное влияние на данные конструкты

оказывают информационный подход и особенно так называемая *компьютерная метафора*. Появление этой метафоры вызвано развитием информационно-компьютерных технологий, влиянием кибернетического движения и успехами в области ИИ. В соответствии с компьютерной метафорой мозг и разум человека сравниваются с компьютерами, а его когнитивные процессы начинают рассматриваться по аналогии с компьютерной обработкой информации.

В последние десятилетия в когнитивной психологии намечается сдвиг в сторону *коннекционизма*, под которым понимают современное направление когнитивно-психологических исследований, связанное с созданием новых (коннекционистских) моделей деятельности мозга. В этих моделях деятельность мозга описывается с помощью представлений о коннекциях (связях) нейронов, образующих определенные сети этих связей. Репрезентация концептов в коннекционистских моделях не является постоянной, а возникает как результат активации и возбуждения взаимосвязанных элементов сетей нейронов. Следует отметить, что идеи коннекционизма, несмотря на их кажущуюся новизну, начинают применяться уже в 1950-е годы на заре исследований в области ИИ в рамках бионического подхода к его реализации в концепции перцептрона.

В силу того что значительная часть когнитивных структур и процессов, изучаемых в когнитивной психологии, базируется на операциях со знаковыми системами, важнейшими из которых являются естественные языки, изучение языков начиная с 1970-х годов становится излюбленной темой в когнитивных науках. В этот период в них на передний план выдвигаются проблемы изучения языковой и речевой деятельности и создания когнитивных моделей этих типов деятельности, понимания и обработки естественно-языковых текстов. Данные проблемы активно решаются в рамках когнитивной лингвистики, а также в исследованиях в области ИИ.

Когнитивная психология, таким образом, оказывает значительное влияние на формирование новых научных дисциплин, относящихся к когнитивным наукам, — когнитивной лингвистики и когнитивной психолингвистики. В *когнитивной лингвистике* в фокусе внимания оказывается разновидность когнитивной деятельности — языковая деятельность. Языки в этом разделе лингвистической науки изучаются и как когнитивные механизмы, и как когнитивные инструменты, т. е. знаковые системы, служащие для репрезентации и трансформации информации.

Центральная задача когнитивной лингвистики заключается в описании и объяснении языков как когнитивных структур, понимаемых в качестве систем обработки информации [4, 5]. Появлению когнитивной лингвистики способствуют радикальные трансформации в

лингвистике в 1970-е годы, связанные с распространением взглядов о том, что в качестве образчика обработки знания следует принимать процессы обработки естественно-языковых текстов, а при изучении проблем понимания необходимо обращаться не только к языковым (лингвистическим) знаниям, но и к знаниям о мире. Аналогичные идеи приводят к оформлению в рамках компьютерных наук и ИИ проблемы компьютерной репрезентации знания.

Возникновение когнитивной лингвистики относится к рубежу 1970–1980-х годов и вызывается переосмыслением языковой деятельности и выделением в ней ментального аспекта. Новый раздел лингвистики сформировался за счет целого ряда факторов: понимания языков как когнитивных феноменов, представления о том, что языки передают информацию о мире и всесторонне связаны с обработкой этой информации. Кроме того, к ним относятся идеи о том, что языковая деятельность имеет непосредственное отношение к построению, организации и усовершенствованию информации и способов ее репрезентации, а также обеспечивает протекание коммуникативных процессов, в ходе которых транслируются значительные пласты знаний.

На рубеже тысячелетий в когнитивной лингвистике оформляется ряд направлений. Во-первых, *когнитивный синтаксис*, объединяющий такие течения, как когнитивные грамматики, когнитивные исследования дискурса и когнитивные лексикологии. Во-вторых, *когнитивная семантика*, включающая концептуальные, фреймовые и прототипические семантики. В-третьих, направление, которое можно условно назвать *когнитивно-семиотической репрезентологией*. В его рамках исследуются проблемы языковой картины мира, репрезентации знания, соотнесения языковых структур с когнитивными структурами, фиксации когнитивных и ментальных репрезентаций в языках, а также проблемы категоризации и концептуализации, семиотические проблемы соотношения знаков с концептами, передаче которых служат эти знаки, иконичности и индексальности знаков, различий типов знаков.

В когнитивной лингвистике проблема репрезентации знания занимает важное место и предстает как проблема фиксации результатов познания с помощью естественных языков. В когнитивной лингвистике детально изучаются различные структуры репрезентации знания. Именно лингвисты впервые вводят такие структуры репрезентации знания, которые сразу начинают использоваться как структуры компьютерной репрезентации знания; к их числу относятся фреймы, схемы, сценарии, планы, форматы [6].

Если попытаться разграничить предметы когнитивной лингвистики и когнитивной психологии, то следует отметить, что когнитивная психология изучает присущие людям когнитивные процессы и

когнитивные структуры, все человеческие когнитивные способности и их взаимодействие. А когнитивная лингвистика занимается лишь теми когнитивными процессами, которые связаны с языковой и речевой деятельностью, и только таким видом когнитивной деятельности, как языковая, которая описывает интеракцию различных когнитивных способностей в разных типах деятельности людей.

Вместе с тем ориентации когнитивной лингвистики и когнитивной психологии по проблеме репрезентации знания во многом совпадают, так как и одна, и другая изучают механизмы внутренних (когнитивных) репрезентаций. При этом когнитивная лингвистика фокусируется на коммуникации и понимании в ходе этих внутренних (когнитивных) репрезентаций, а когнитивная психология ориентируется на сами познавательные структуры и процессы, в том числе на организацию памяти. Обе научные дисциплины тесно взаимодействуют между собой и при решении проблем, связанных с операциями со знаковыми системами.

В когнитивной лингвистике также осуществляется анализ естественно-языковых текстов в общем контексте исследования дискурса с позиций когнитивного подхода в лингвистике [7, 8]. Тексты в этом разделе лингвистической науки выступают как единицы коммуникации и репрезентации знания. В когнитивной лингвистике рассматривается дискурс как отражение картины мира, а также проводится анализ корреляции и репрезентации в когнитивно-лингвистических моделях [7].

В последние десятилетия формируется *когнитивная психолингвистика*, которая является наукой о речевой деятельности одновременно в психологическом и лингвистическом контекстах, включая анализ психологической деятельности людей по усвоению и использованию языков как организованных и автономных знаковых систем. Термин «*психолингвистика*» вводится в оборот и получает широкое распространение в исследованиях когнитивных и коммуникативных процессов достаточно рано — еще в 1950-е годы, опередив появление понятий «когнитивная психология» и «когнитивная лингвистика». Однако посредством данного термина первоначально обозначают науку, которая занимается изучением коммуникации и присущих ей процессов кодирования и декодирования сообщений.

В последующие десятилетия психолингвистикой называют концепцию, которая исследует психологические процессы, связанные с усвоением, продуцированием и пониманием естественных языков [9]. В этот период доминирует объяснение языковых феноменов в контексте генеративной лингвистики в сочетании с когнитивистской интерпретацией человеческого поведения. Языки рассматриваются как грамматики, формальным моделям описания языков придается статус психологических моделей.

К середине 1970-х годов общепризнанной становится идея о том, что при понимании, продуцировании и усвоении естественных языков люди не просто используют готовые структуры языков, а создают их. В это время психолингвистика становится на непродолжительный период разделом стремительно развивающейся когнитивной психологии. В начале 1980-х годов в психолингвистических исследованиях на передний план выдвигаются проблемы анализа социальной контекстуализации языков и социальных функций языковых сообщений; семантика становится ядром психолингвистики; логические модели естественных языков заменяются динамическими психологическими моделями.

Наконец, с начала 1990-х годов под влиянием компьютерных наук и исследований ИИ происходит формирование современного варианта психолингвистики — когнитивной психолингвистики. В когнитивной психолингвистике предпринимается попытка представить обработку языков с помощью совокупности вычислений, производимых над различными репрезентациями [10, 11]. Именно в современном варианте психолингвистики — когнитивной психолингвистики — проблема репрезентации знания занимает подобающее ей почетное место.

Когнитивная психолингвистика, решая проблему репрезентации знания при моделировании знаний о мире, обращает внимание не только на лингвистический аспект понимания дискурса, но и на создание теорий организации памяти и исследование механизма внутренних (когнитивных) репрезентаций. Когнитивная психология исходит из того, что все когнитивные процессы являются результатом выполнения нервной системой определенных программ, а опыт людей представляет собой комбинацию или синтез информации, которую субъекты получают и обрабатывают с помощью нервной системы [3]. Данное обстоятельство вызывается перцепцией мира посредством органов чувств — зрения, обоняния, осязания, слуха и вкуса. Кроме того, когнитивные процессы, связанные с языковой деятельностью, активно изучаются когнитивной лингвистикой. Естественные языки, с одной стороны, являются продуктами человеческой нервной деятельности, а с другой — стимулируют эту деятельность и придают ей форму. Выступая как управляющие элементы, языки служат первичными способами активации и стимуляции нервной системы других людей.

Следует отметить, что результаты, полученные в ИИ и компьютерных науках в целом, влияют на когнитивные науки, а достижения в когнитивных науках, в свою очередь, оказывают обратное воздействие на новые разработки в области ИИ и компьютерной репрезентации знания. Первоначально на исследования в когнитивной психологии в 1950–1960-е годы значительное влияние оказывают инфор-

мационный подход и уже упомянутая компьютерная метафора [1, 3]. Однако с конца 1960-х — середины 1970-х гг. успехи и достижения когнитивных наук, особенно когнитивной психологии, начинают оказывать обратное воздействие на исследования ИИ и компьютерной репрезентации знания.

Это относится в первую очередь к формированию в рамках компьютерной репрезентации знания сетевой и фреймовой концепций. Данные концепции появляются как конструкции когнитивной психологии, а фреймы и семантические сети в момент их создания понимаются преимущественно как когнитивные структуры [12]. В дальнейшем их начинают рассматривать как структуры компьютерной репрезентации знания [13, 14].

Если попытаться уточнить проблему и понятие репрезентации знания в когнитивных науках, то необходимо отметить следующие моменты. В этих науках под репрезентациями понимают прежде всего внутренние когнитивные или так называемые ментальные репрезентации, которые относятся, с одной стороны, к процессу представления (репрезентации) мира в мышлении людей, а с другой — к единице такого представления. Данная единица используется вместо предметов реального или воображаемого мира и замещает эти предметы в мыслительных процессах. Еще одно понимание термина «репрезентация» подчеркивает его знаковый или символический характер и оказывает существенное влияние на последующую интерпретацию словосочетания «репрезентация знания», которое появляется и используется в компьютерных науках и в ИИ, где становится общераспространенным термином с 1970-х годов.

В последние десятилетия в когнитивных науках разрабатываются различные классификации репрезентаций. В соответствии с первой, наиболее распространенной в когнитивных науках классификацией по способу представления информации (образному или вербальному) выделяют аналоговые (их также называют образными, картиноподобными, т. е. сохраняющими свое подобие оригиналу) и вербальные репрезентации, которые включают пропозициональные и пропозициональноподобные репрезентации [15]. Согласно второй классификации, различают символические репрезентации и перцептуальные репрезентации, образующиеся в результате обработки информации, полученной по различным каналам — чувственно-перцептуальным и сенсорно-моторным [16]. Наконец, в третьей интегральной классификации репрезентаций говорят об аналоговых репрезентациях, посредством которых происходит наглядное изображение фрагментов мира, и символических репрезентациях, представляющих собой когнитивные модели, воспроизводящие лишь часть информации об объектах и процессах фрагментов окружающего мира, сведенную подчас до конвенционального минимума [17].

В когнитивных науках естественные языки рассматриваются как особые репрезентационные системы, так как с помощью этих языков осуществляется кодирование в знаковой форме предметов, являющихся представителями других предметов, которые они замещают. В соответствии с данным подходом слова и иные языковые единицы, являющиеся языковыми репрезентациями, осуществляют процесс активизации тех сущностей, знаковыми заместителями которых они являются, возбуждая в человеческой памяти связанные с ними концепты. Совокупность вербальных репрезентаций в когнитивных науках обозначают термином «ментальный лексикон»; совокупность концептуальных репрезентаций, представляющих собой набор смыслов аналоговых и символических репрезентаций, называют концептуальной моделью (картиной) мира.

Идеи и подходы, предлагаемые когнитивными науками, находят практическое применение в исследованиях в области ИИ, в том числе при разработке программного обеспечения в экспертных системах. Они также оказывают воздействие на изучение познания в смежных научных дисциплинах — логике, культурантропологии, этнопсихологии и в эпистемологии. Современные эпистемологические концепции опираются на результаты, полученные в когнитивных науках. В отличие от классической эпистемологии, в которой знание рассматривается как определенная данность, в современной эпистемологии оно изучается как процесс. Когнитивные и компьютерные науки, разработки в области ИИ вместе с другими современными научными дисциплинами и междисциплинарными направлениями исследований воздействуют на современную эпистемологию, ее предмет и проблематику, приводя к формированию постнеклассической эпистемологии.

Наряду с теоретической эпистемологией как разделом философии в современной науке во второй половине XX в. формируется новая научная дисциплина, которую некоторые западные авторы называют просто эпистемологией, хотя правильнее было бы ее обозначить как прикладную эпистемологию. В ее составе можно выделить три основных направления: генетическую, эволюционную и натурализованную эпистемологию. Первое и третье направления не имеют непосредственного отношения к теме данной работы и поэтому будут лишь кратко охарактеризованы. *Генетическую эпистемологию* создал Ж. Пиаже; ее предмет — онтогенетический процесс познания как функция развития ребенка, а также механизмы роста знания у детей. Теорию онтогенеза интеллекта Пиаже принимает как основу общей теории познания. *Натурализованную эпистемологию* разработал У. Куайн, который рассматривал ее как часть эмпирической психологии и тем самым как элемент естественных наук. При этом Куайн ос-

новное внимание уделяет субъекту познания, трактуя его как эмпирический объект.

Последнее крупное направление в прикладной эпистемологии, которое изучает проблему репрезентации знания в когнитивном контексте, образуют концепции, которые в англоязычной традиции получают обобщенное название *эволюционной эпистемологии*, а в немецкоязычной традиции — *эволюционной теории познания*. У истоков первой находится К. Поппер [18], а второй — К. Лоренц [19]. Сходство этих двух направлений эволюционной эпистемологии возникает благодаря тому, что они основаны на идее эволюции. На самом деле происходит анализ различных проблем: К. Лоренц анализирует эволюцию когнитивных способностей людей, а К. Поппер — эволюцию научного познания. Правильнее эти дисциплины называть по-разному: подход К. Лоренца и близкие к этому подходу концепции — эволюционной теорией познания (эволюционной эпистемологией), а подход К. Поппера — эволюционной теорией науки.

Эволюционная теория познания (эволюционная эпистемология) — междисциплинарное направление, в рамках которого исследуются биологические предпосылки познания и объясняются когнитивные способности людей на основе современной теории эволюции. В соответствии с эволюционной эпистемологией люди обладают когнитивным аппаратом, сформировавшимся в процессе эволюции. Познание с позиций эволюционной эпистемологии определяется исходя из врожденных когнитивных структур, которые приобретаются филогенетически. Эти структуры независимы от жизненного опыта индивидов; когнитивные структуры — это онтогенетически априорные структуры, в силу того что формируются в ходе эволюционного развития. Однако в процессе эволюции они проверяются и соотносятся с окружающей средой, и филогенетически они становятся апостериорными структурами.

Когнитивные структуры формируются в процессе эволюции. В ходе отбора закрепляются структуры, в наибольшей степени соответствующие окружающим условиям и способствующие выживанию. Данные идеи, высказываемые в рамках современной эволюционной эпистемологии, в значительной степени напоминают идеи рационалистов XVII в., которые они формулировали в ходе бесконечных дискуссий с представителями сенсуалистического направления по вопросу о возможности врожденной обусловленности когнитивных способностей.

Сторонники эволюционной эпистемологии считают, что с помощью когнитивных способностей, которые развиваются в процессе эволюции, можно постичь структуры реальности настолько адекватно, насколько это необходимо для эффективной человеческой жизни-

деятельности, т. е. соответственно задачам выживания. В то же время полноценный ответ на вопрос о том, насколько когнитивные структуры корректны (или в какой мере посредством их достигается познание структур реальности), может дать только эмпирическое исследование. В связи с формированием эволюционного подхода в теории познания намечается натуралистический поворот в философском и методологическом исследовании познания.

Эволюционный подход в теории познания ориентируется на изучение познавательного процесса с помощью средств современной науки, базируется на рационалистической установке и фокусируется на рассмотрении когнитивных структур и процессов. В свете эволюционной теории познания получают оригинальную трактовку многие традиционные философские проблемы, такие как проблема границ познания в целом и науки в частности; сущности априорного знания; согласования наглядного созерцания и теоретического понимания реального мира; соотношения истины и пользы. Применение эволюционного подхода открывает новые пути и перспективы в теории познания. В отличие от традиционной гносеологии, где под субъектами понимают, как правило, познающих реальность индивидов со сформированными когнитивными способностями, в фокусе рассмотрения нового подхода в теории познания оказываются процессы формирования самого познавательного репертуара этих субъектов.

Признанным *основоположником эволюционной теории познания* считается К. Лоренц, первые работы которого в данной области появляются в начале 1940-х годов, а наиболее важные результаты исследований относятся к 1960–1970-м годам. Он выявляет ряд методологических проблем изучения эволюции познания, в том числе проблемы объекта, цели, задач эволюционной теории познания; соотношения в ней научного и философского уровней анализа; места и роли естественнонаучного и гуманитарно-социального подходов и их синтеза. Эволюция познания детерминирует взаимодействие методов анализа этого процесса, экстраполированных из различных наук.

Лоренц применяет методы естественных наук к познанию и духу — к таким философским объектам, которые, по его мнению, изучаются только спекулятивно-умозрительными методами. Научной переориентации теории познания, согласно Лоренцу, должно способствовать также развитие психологических, лингвистических и социологических исследований. Он использует для объяснения эволюции познания системный, кибернетический и исторический подходы. В силу того что в эволюции познания переплетаются различные сферы бытия, она предстает специфическим объектом и методами ее исследования становятся интегральные и кросснаучные методы.

В связи с внедрением научных методов в теорию познания, а также с разработкой ИИ, Лоренц обращает внимание на негативные

последствия редукционизма. Он осознает его опасность, говорит о возможностях и границах применения научных методов в исследовании познания, предлагает преодолеть негативные последствия редукционизма. Лоренц использует для обозначения биологической системы, продуцирующей познание (нервная система и мозг), термин, заимствованный из техники, — аппарат познания. Эволюция аппарата познания в филогенезе, вместе с трансформацией природы животных и людей, предстает главным объектом его исследования. Значительное внимание Лоренц уделяет уровням и этапам познания, из которых главную роль играют абстрактное и символическое мышление, самосознание и самопознание. Основу абстрактного и символического мышления Лоренц видит в филогенетической эволюции. В мышлении коренятся опасности и риски дальнейшего существования и выживания людей в измененной ими среде.

В эволюционной теории познания Лоренц делает акцент на исследовании познания с позиции биологии. Такой подход он применяет и к изучению научного познания. Наблюдения и эксперименты, которые осуществляются в процессе научного познания, дают исследователям, как полагает Лоренц, некоторые совокупности фактов, описывающих объективную реальность. Ученые пытаются объяснить эту реальность с помощью конструирования теорий, устанавливающих закономерности в соответствующих совокупностях фактов. Однако появление новых теорий вызывается вовсе не сбором и систематизацией фактов, а выдвижением конкурирующих гипотез, подлежащих проверке. Все выдвигаемые гипотезы представляют собой интуитивные догадки, иницируемые не наблюдаемыми фактами, а другими гипотезами, успешно верифицированными в ходе научного познания. Формирование гипотез аналогично распознаванию образов в ИИ. Гипотезы сопоставляются с фактами, и чем больше множество фактов, согласующихся с ними, тем выше вероятность гипотез. Принципиальная опровержимость становится необходимым условием правильно сформулированных гипотез. Такое условие, впервые предложенное К. Поппером, исключает ненаучные гипотезы. Если же гипотезы возникают в ходе опыта испытания, то их вероятность возрастает.

Научные теории, согласно Лоренцу, представляют собой системы верифицированных на протяжении значительного промежутка времени гипотез, которые дополняют друг друга по принципу взаимного прояснения. Данный принцип приводит к отличию варианта философии науки К. Лоренца от более формальной системы философии науки К. Поппера. Лоренц считает, что ни одна гипотеза не опровергается фактами, не согласующимися с гипотезами. Опровергнуть гипотезы могут только те гипотезы, которым подчиняется больше фак-

тов. Истина, как утверждает Лоренц, также есть «рабочая гипотеза, способная наилучшим образом проложить путь другим гипотезам, которые сумеют объяснить больше» [19, с. 46].

Дальнейшее развитие эволюционной теории познания проводится в исследованиях Д. Кэмпбелла, Г. Фолльмера, а также У. Матураны и Ф. Варелы. Д. Кэмпбелл в середине 1970-х годов впервые вводит в употребление термин «*эволюционная эпистемология*» [20], несмотря на фактическое существование данной концепции к этому моменту в течение трех десятилетий. Кэмпбелл развивает концепцию Лоренца и предлагает рассматривать знание как фенотипический процесс, который приводит к более адекватному поведению живых организмов, увеличивает их приспособляемость к окружающей среде. Следуя Кэмпбеллу, можно рассматривать биологическую эволюцию совместно с эволюцией когнитивных систем и когнитивных способностей животных.

Продолжением идей *эволюционного подхода в теории познания* становится работа Г. Фолльмера [21], в которой описывается развитие и изменение познавательных способностей людей. Как считает Фолльмер, эволюционная теория познания конкретизирует соотношение объектов, познавательного аппарата и познания. «Наш познавательный аппарат — результат эволюции. Субъективные структуры познания соответствуют реальности, так как они были выработаны в результате эволюционного приспособления к этому реальному миру. Они согласуются с реальными структурами, потому что только такое согласование обеспечивает возможность выживания» [21, с. 102].

Наиболее значимой у Фолльмера становится когнитивная метафора проективной модели познания, которая следующим образом описывает когнитивные процессы. По аналогии с тем, как реальные объекты или реальные процессы проецируются на фотопластинки или на магнитные пленки, структуры реального мира, как считает Фолльмер, проецируются на поверхность человеческого восприятия, т. е. на органы чувств и центральную нервную систему. Результаты проецирования зависят от проецируемых объектов, от механизмов проецирования и от улавливающих экранов. Когнитивную метафору, по Фолльмеру, можно понимать как представления одних объектов через другие, т. е. как один из способов репрезентации знания.

Все биологические существа приспособляются к определенным фрагментам окружающего мира, в которых они обитают и действуют. Экологи называют эти специфические для каждого вида окружающие среды экологическими нишами. По аналогии с ними в эволюционной теории познания Фолльмер именуется когнитивными нишами организмов такие области окружающего мира, которые познают эти организмы и которыми они овладевают. При этом организмы не при-

бегают к искусственным вспомогательным средствам (например, техническим устройствам). Когнитивные ниши видового разнообразия организмов различаются так же значительно, как и их экологические ниши. Когнитивную нишу людей, соответствующую миру средних размерностей, Фолльмер именуется *мезокосмом*. Человеческие формы восприятия создаются, согласно данной концепции, в процессе приспособления к непосредственно окружающему людей миру.

Традиционная теория познания, как считает Фолльмер, является антропоцентристской в силу того, что люди и их мышление рассматриваются в качестве основных объектов данной теории, тем самым превращаясь в главные объекты природы. Эволюционная теория познания, по мнению Фолльмера, осуществляет в современной философии подлинный коперниканский переворот, так как в этой новой теории проводится изучение когнитивных способностей людей в приспособлении к окружающему миру, и они в новой теории познания превращаются всего лишь в наблюдателей событий и явлений реальности.

Формирование когнитивных способностей организмов в эволюционной теории познания, как утверждает Фолльмер, можно исследовать как в онтогенезе (индивидуальном развитии), так и в филогенезе (эволюции вида). В онтогенезе осуществляется изучение изменения когнитивных способностей живых существ, особенно людей, в процессе их индивидуального развития. Указанный онтогенетический аспект эволюции когнитивных способностей людей исследует психология развития. Наиболее известным в этом направлении является подход Ж. Пиаже, который предметом своей упоминавшейся выше генетической эпистемологии делает онтогенетический аспект развития познания. Кроме того, следует отметить, что генетический подход Пиаже интересен также благодаря выдвинутому им принципу, согласно которому нет генезиса без структуры, нет структуры без генезиса. Генетический структурализм предполагает диалектическую связь между появлением и трансформацией самих структур, с одной стороны, и становлением опыта и мышления с помощью этих структур — с другой. Сферой данного генезиса является контекст социокультурной и научной деятельности, а не только биологической эволюции.

В филогенезе проводится анализ возникновения когнитивных способностей в истории человеческого вида, т. е. в ходе биологической эволюции человечества. Этот филогенетический аспект эволюции когнитивных способностей является предметом эволюционной теории познания, которая решает ряд важных проблем, в том числе выясняет происхождение субъективных структур познания, являющихся продуктом эволюции, и объясняет причину одинаковости этих структур у всех людей. Она заключается в генетической обусловлен-

ности структур, наследуемых в процессе эволюции и являющихся врожденными. Согласование субъективных структур познания со структурами внешнего мира детерминируется с позиции эволюционной теории познания тем, что человеческий вид не выжил бы в ходе биологической эволюции, если бы такое согласование не было бы адекватно его выживанию.

Среди концепций эволюционной теории познания, исследующих в той или иной степени идеи репрезентации знания в когнитивных науках, одно из важнейших мест занимает так называемая *концепция автопоэзиса*. Ее сформулировали У. Матурана и Ф. Варела в 1970–1980-е годы [22]. По их мнению, познание необходимо рассматривать не как репрезентацию мира в некотором готовом виде, а как перманентное сотворение мира в процессе самой жизни. Мир рождается в акте познания. При этом познание самого процесса познания заставляет людей понять то, что мир, который они наблюдают, предстает не определенным, а зыбким миром, конструируемым вместе с другими людьми. Как пишут Матурана и Варела, «мы предлагаем рассматривать познание не как представление мира в готовом виде, а... как непрерывное сотворение мира через процесс самой жизни» [22, с. 7]. Мир становится иным, когда проводится его другая когнитивная реконструкция. Сам процесс познания оказывается эффективным действием.

В соответствии с подходом Матураны и Варелы к пониманию когнитивного процесса происходит переосмысление системы репрезентаций окружающего мира как независимой от субъектов реальности. Все представители эволюционной эпистемологии отмечают: биологический подход к познанию неоспоримо демонстрирует, что уникальность людей коренится в присущих им структурных социальных связях, осуществляемых посредством применения естественных языков. Это приводит к закономерностям, свойственным социальной динамике, и через нее детерминирует рефлексию, позволяющую понять то, что люди обладают только тем миром, который они создают вместе с другими людьми.

Определенный интерес вызывает предложенный Матураной и Варелой подход к исследованию возникновения языков в ходе эволюции. По их мнению, следует рассматривать естественные языки как символические системы, которые постоянно развиваются и неразрывным образом связаны с биологическими предпосылками познания. Эти символические системы служат общим целям выживания биологического вида, и с их помощью в процессе познания осуществляется конструирование мира. Матурана и Варела считают, что «естественный язык возник как новая область взаимодействия, в которой модификации организма вызываются его же описаниями своих взаимодействий, воплощенными в состоянии активности нервной си-

стемы» [22, с. 122]. Естественные языки, по мнению указанных представителей эволюционной эпистемологии, выступают как конструкторы теорий, которые выполняют функции моделей описания предметных областей. Эти модели позволяют субъектам ориентироваться в собственных когнитивных областях.

Когнитивные способности возникают в ходе эволюции, когда появляются «организмы, включающие в качестве подмножества возможных взаимодействий взаимодействия со своим внутренним состоянием» [22, с. 103]. Вообще, наличие способности к самоописанию (рефлексии) образует базу любого когнитивного процесса. Самоописание выступает как бесконечный рекурсивный процесс. Предложенные в рамках концепции автопоэзиса попытки биологического объяснения когнитивных процессов, с одной стороны, отчасти упрощают понимание феномена познания, а с другой — смогут стать основой для последующей формализации данной концепции и применения ее в когнитивной психологии, исследованиях в области информационных технологий и в ИИ.

Следующая когнитивная концепция, в той или иной степени имеющая отношение к репрезентации знания, получает название *экологического подхода к зрительному восприятию или экологической эпистемологии*. Данную концепцию разрабатывает Дж. Гибсон в 1950–1970-е годы [23]. Для изложения своего подхода он создает не только новую терминологию, но и специальный язык, который использует для понимания исследуемого экологического подхода. Структура и словарный состав языка являются слабо формализованными и незначительно отличаются от естественных языков.

Основные идеи экологического подхода Гибсона состоят в следующем. Субъекты в ходе восприятия имеют дело не с физическими мирами, а с экологическими. Под экологическими мирами Гибсон понимает восприятие не физических миров наблюдателей, а только тех областей окружающего их мира, которые непосредственно связаны с деятельностью наблюдателей. Эти миры как среды обитания оказываются взаимодополнительными по отношению к воспринимающим их индивидам. Элементы экологических миров и события в них естественным образом распадаются на такие составляющие, которые встраиваются друг в друга. Экологические миры оказываются устойчивыми в одних аспектах и изменчивыми в других. Уход в небытие и возвращение из небытия представляют собой варианты наиболее радикальных трансформаций в окружающих мирах.

Экологические миры, по мнению Гибсона, открывают для субъектов определенные возможности. Они могут нести людям пользу или вред, поэтому эти миры должны репрезентироваться и соотноситься с уже известной информацией. Возможности окружающих

миров и способов деятельности в них субъектов неразрывно связаны друг с другом. В восприятии содержится информация о физических свойствах объектов, а также об их окружении. Возможности экологических миров — это свойства, соотнесенные с субъектами, находящимися в этих мирах.

Представление классической физики о Вселенной как о пространстве, заполненном телами, Гибсон объявляет сомнительным. Он утверждает, что земное окружение (экологические или окружающие миры) лучше описывать в терминах сред, веществ и поверхностей. В средах организмы перемещаются с места на место. Вещества в окружающих мирах отличаются друг от друга, и живые существа умеют это делать, так как видят их поверхности. Наконец, поверхности обладают характерными свойствами, которые могут как изменяться, так и оставаться постоянными (компоновка, текстура, свойство быть освещенными или затемненными, свойство отражать определенную часть падающего света).

Изучение восприятия света составляет основное содержание центральной концепции Гибсона в рамках экологического подхода к зрительному восприятию, которую он обозначает как экологическая оптика. Свет при распространении его в воздухе отражается от светонепроницаемых объектов и образует основу для зрения, что соответствует пустому пространству зрительного восприятия. Все поверхности окружающих сред, согласно Гибсону, являются структурированными, потому что состоят из элементов, отличающихся освещенностью, цветом и другими характеристиками.

Свет в процессе отражения от поверхностей в среду формирует структурированный массив — пучок лучей с вершиной в точке наблюдения или двумерное множество зрительных направлений. При этом в каждой потенциальной точке наблюдения существует единственный оптический массив. В случае перемещения наблюдателей относительно окружающей среды оптический массив непрерывно изменяется во времени и образует оптический поток на сетчатке глаз наблюдателей. Пространственно-временная информация, которая содержится в оптическом потоке, является основанием для выработки поведения субъектов.

Среди концепций когнитивных наук, оказавших заметное влияние на смежные области исследований, в том числе на решение проблемы приобретения знаний в ИИ и конструирование экспертных систем, а также на формирование идей постнеклассической рациональности в целом, заметное место занимает концепция Дж. Келли [24]. В литературе по когнитивным наукам ее обычно именуют *теорией персональных (личных) конструкторов*. Важнейший постулат этой теории можно сформулировать следующим образом. Поведение людей и

развитие их личностей определяется теми способами, которыми они прогнозируют ожидаемые ими события.

Реальность как таковая, по мнению Келли, не имеет для людей значения до тех пор, пока они не интерпретируют ее каким-либо образом. Все возможные гипотезы, позволяющие людям активно взаимодействовать со средой, имеют право на существование. Данную установку Келли называет конструктивным альтернативизмом. Повседневная жизнь людей, как считает Келли, представляет собой когнитивный процесс, при этом она невозможна без постоянной адекватной ориентации в окружающей человека среде. Эту повседневную деятельность людей он трактует по аналогии с работой исследователей. В ходе когнитивной деятельности люди постоянно выдвигают гипотезы о состоянии окружающих их сред и эмпирически проверяют их. При этом адекватные гипотезы закрепляются как эффективные когнитивные структуры, а неадекватные элиминируются из употребления в результате негативного опыта их проверки. Важнейшим предназначением полученных когнитивных структур является обеспечение возможности прогноза наступления повторяющихся событий.

Познание окружающего мира, по мысли Келли, происходит в процессе его репрезентации при создании когнитивных моделей. Познание осуществляется в категориях сходства и отличия событий, значимых для данного субъекта, и обнаружения с помощью этих категорий тождества объектов реальности. В качестве простейшей единицы когнитивных моделей выступают персональные конструкты — биполярные шкалы, посредством которых производятся анализ событий и интерпретация окружающего мира. Персональные конструкты представляют собой гипотезы, с помощью которых интерпретируется окружающий мир.

Келли считает, что наборы персональных конструктов функционируют в виде когнитивных сетей — целостных систем персональных конструктов или персональных систем истолкования. Прогнозирование событий реализуется посредством этих целостных систем конструктов, образующих когнитивные сети, в рамках которых определенные события приобретают для людей особый ярко выраженный смысл. Люди воспринимают и интерпретируют реальность, утверждает Келли, через свои индивидуальные и уникальные когнитивные сети, которые каждый человек строит сам. Процесс конструирования когнитивных сетей происходит при интеракции людей с окружающими их средами. Сформировавшиеся когнитивные сети персональных конструктов детерминируют последующие интеракции людей с окружающими средами, а также стереотипные интерпретации событий и своего поведения. Интеракция между людьми объясняется как процесс взаимной настройки их когнитивных сетей для прогнозирования взаимных реакций друг на друга.

В завершение работы отметим, что понятие репрезентации получает широкое распространение в когнитивных науках, и особенно в когнитивной психологии, начиная с середины XX в. В когнитивной психологии под репрезентациями понимают, как правило, так называемые внутренние (когнитивные) репрезентации, с помощью которых люди получают и фиксируют информацию, воспринимаемую ими извне и запечатлеваемую посредством когнитивных структур в их памяти. Позднее, на рубеже 1960–1970-х годов, этот термин был включен в словосочетание «репрезентация знания», появившееся в компьютерных науках и в ИИ [25–28]. В данных науках это словосочетание используется для обозначения такой компьютерной формы представления информации, как компьютерные знания с запечатлением этих знаний в характерных для ИИ знаковых системах (компьютерных моделях, языках и программах).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Найссер У. *Познание и реальность*. Москва, Прогресс, 1981, 230 с.
- [2] Брунер Дж. *Психология познания*. Москва, Прогресс, 1977, 412 с.
- [3] Величковский Б.М. *Современная когнитивная психология*. Москва, МГУ, 1982, 336 с.
- [4] Кубрякова Е.С. Эволюция лингвистических идей во второй половине XX века (опыт парадигмального анализа). В кн.: *Язык и наука конца XX века*. Москва, Языки славянской культуры, 1995, с. 144–238.
- [5] Кубрякова Е.С. *Язык и знание*. Москва, Языки славянской культуры, 2004, 540 с.
- [6] Шенк Р. *Обработка концептуальной информации*. Москва, Энергия, 1980, 360 с.
- [7] Калашникова Л.В. *Кореференция: психолингвистическая модель концептуальных репрезентаций*. Москва, МАСВ, 2002, 189 с.
- [8] Демьянков В.З. *Морфологическая интерпретация текста и ее моделирование*. Москва, МГУ, 1994, 189 с.
- [9] Лурия А.Р. *Основные проблемы нейролингвистики*. Москва, МГУ, 1975, 253 с.
- [10] Белянин В.П. *Психолингвистика*. Москва, Флинта, 2009, 226 с.
- [11] Залевская А.А. *Введение в психолингвистику*. Москва, РГГУ, 1999, 381 с.
- [12] Минский М. Структура для представления знания. В кн.: *Психология машинного зрения*. Москва, Мир, 1978, с. 249–338.
- [13] Минский М. *Фреймы для представления знаний*. Москва, Мир, 1979, 151 с.
- [14] Поспелов Д.А. *Логико-лингвистические модели в управлении*. Москва, Энергоатомиздат, 1981, 231 с.
- [15] Pylyshyn Z.W. *The robot's dilemma: the frame problem in artificial intelligence*. New York, Ablex, 1987, 134 p.
- [16] Jackendoff R. *Patterns in the mind: Language and Human Nature*. New York, 1994, 143 p.
- [17] Магазов С.С. *Когнитивные процессы и модели*. Москва, ЛКИ, 2007, 248 с.

- [18] Поппер К. Эволюционная эпистемология. В кн.: *Эволюционная эпистемология и логика социальных наук*. Москва, Едиториал-УРСС, 2000, с. 57–75.
- [19] Лоренц К. *Оборотная сторона зеркала*. Москва, Республика, 1998, 492 с.
- [20] Campbell D.T. Evolutionary epistemology. *The philosophy of K. Popper*. La Salle, 1974, pp. 413–463.
- [21] Фольмер Г. *Эволюционная теория познания*. Москва, Русский двор, 1998, 160 с.
- [22] Матурана У., Варела Ф. *Древо познания*. Москва, Прогресс-традиция, 2001, 223 с.
- [23] Гибсон Дж. *Экологический подход к зрительному восприятию*. Москва, Прогресс, 1988, 461 с.
- [24] Келли Дж. *Психология личности. Теория личных конструктов*. Санкт-Петербург, Речь, 2000, 249 с.
- [25] Иноземцев В.А. *Репрезентация знания в современной науке: философско-методологический анализ*. Москва, МГТУ «МАМИ», 2009, 248 с.
- [26] Иноземцев В.А. Проблема компьютерной репрезентации знания в структуре искусственного интеллекта. *Известия МГТУ «МАМИ»*, 2015, т. 6, № 1, с. 68–74.
- [27] Иноземцев В.А. Дедуктивная логика в решении проблемы компьютерной репрезентации знания. *Известия МГТУ «МАМИ»*, 2014, т. 5, № 1, с. 121–126.
- [28] Иноземцев В.А. *Логико-эпистемологическое исследование искусственного интеллекта: феномен компьютерной репрезентации знания*. Москва, ИТО Семрик, 2014, 159 с.

Статья поступила в редакцию 09.06.2018

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Иноземцев В.А. Репрезентация знания в когнитивных науках. *Гуманитарный вестник*, 2018, вып. 7. <http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2018-7-534>

Иноземцев Владимир Александрович — канд. филос. наук, доцент кафедры «Философия» МГТУ им. Н.Э. Баумана. e-mail: inozem_63@mail.ru

Representation of knowledge in cognitive sciences

© V.A. Inozemtsev

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

The article develops the concept of cognitive representation, within the framework of which the problem of representation of knowledge in cognitive sciences is studied. Specificity and the lines of approach of this problem are revealed in such sciences as cognitive psychology, cognitive linguistics, cognitive psycholinguistics, various versions of evolutionary epistemology, an ecological approach to visual perception or ecological epistemology, the theory of personal constructs.

Keywords: *representation of knowledge, cognitive sciences, cognitive psychology, cognitive linguistics, cognitive psycholinguistics, evolutionary epistemology, ecological epistemology, theory of personal constructs*

REFERENCES

- [1] Neisser U. *Cognition and reality*. 4th ed. San Francisco, W.H. Freeman, 1976, 230 p. [In Russ.: Neisser U. *Poznanie i realnost*. Moscow, Progress Publ., 1981, 230 p.].
- [2] Bruner J.S. *Beyond the Information Given: Studies in the Psychology of Knowing*. W.W. Norton & Company, 1973, 502 p. [In Russ.: Bruner J.S. *Psihologiya poznaniya*. Moscow, Progress Publ., 1977, 412 p.].
- [3] Velichkovskiy B.M. *Sovremennaya kognitivnaya psikhologiya* [Modern cognitive psychology]. Moscow, MSU Publ., 1982, 336 p.
- [4] Kubryakova E.S. Evolyutsiya lingvisticheskikh idey vo vtoroy polovine XX veka (opyt paradigmalnogo analiza) [Evolution of linguistic ideas in the second half of the 20th century (experience of paradigm analysis)]. In: *Yazyk i nauka kontsa XX veka* [Language and Science of the End of the 20th Century]. Moscow, Yazyki slavyanskoy kultury Publ., 1995, pp. 144–238.
- [5] Kubryakova E.S. *Yazykiznanie* [Language and knowledge]. Moscow, Yazyki slavyanskoy kultury Publ., 2004, 540 p.
- [6] Schank R.C. *Conceptual Information Processing*. North Holland Publ., 1975. [In Russ.: Schank R.C. *Obrabotka kontseptualnoy informatsii*. Moscow, Energiya Publ., 1980, 360 p.].
- [7] Kalashnikova L.V. *Koreferentsiya: psikholingvisticheskaya model kontseptualnykh reprezentatsiy* [Co-reference: a psycholinguistic model of conceptual representations]. Moscow, MASV, 2002, 189 p.
- [8] Demyankov V.Z. *Morfologicheskaya interpretatsiya teksta i ee modelirovanie* [Morphological interpretation of the text and its modeling]. Moscow, MSU Publ., 1994, 189 p.
- [9] Luriya A.R. *Osnovnye problemy neyrolingvistiki* [The main problems of neurolinguistics]. Moscow, MSU Publ., 1975, 253 p.
- [10] Belyanin V.P. *Psikholingvistika* [Psycholinguistics]. Moscow, Flinta Publ., 2009, 226 p.
- [11] Zalevskaya A.A. *Vvedenie v psikholingvistiku* [Introduction to Psycholinguistics]. Moscow, RSUH Publ., 1999, 381 p.
- [12] Minskiy M. *Struktura dlya predstavleniya znaniya* [Structure for representation of knowledge]. In: *Psihologiya mashinnogo zreniya* [Psychology of Machine Vision]. Moscow, Mir Publ., 1978, pp. 249–338.

- [13] Minskiy M. *Freymy dlya predstavleniya znaniy* [Frames for representation of knowledge]. Moscow, Mir Publ., 1979, 151 p.
- [14] Pospelov D.A. *Logiko-lingvisticheskie modeli v upravlenii* [Logico-linguistic models in management]. Moscow, Energoatomizdat Publ., 1981, 231 p.
- [15] Pylyshyn Z.W. *The robot's dilemma: the frame problem in artificial intelligence*. New York, Ablex, 1987, 134 p.
- [16] Jackendoff R. *Patterns in the mind: Language and Human Nature*. New York, 1994, 143 p.
- [17] Magazov S.S. *Kognitivnye protsessy i modeli* [Cognitive processes and models]. Moscow, LKI Publ., 2007, 248 p.
- [18] Popper K.R. *Evolutionary Epistemology. Evolutionary Theory: Pass into the Future*. Chichester and New York, 1984, ch. 10, pp. 239–255. [In Russ.: Evolyutsionnaya epistemologiya. V kn.: Evolyutsionnaya epistemologiya i logika sotsialnykh nauk. Moscow, Editorial-URSS Publ., 2000, pp. 57–75].
- [19] Lorenz K. *Behind the Mirror*. London, Methuen, 1977, 261 p. [In Russ.: Lorenz K. Oborotnaya storona zerkala. Moscow, Respublika Publ., 1998, 492 p.].
- [20] Campbell D.T. Evolutionary epistemology. *The philosophy of K. Popper*. LaSalle, 1974, p. 413–463.
- [21] Bartley W.W., Radnitzky G., eds. *Evolutionary epistemology, rationality and the sociology of knowledge*. La Salle, IL, Open Court, 1987, 190 p. [In Russ.: Follmer G. *Evolyutsionnaya teoriya poznaniya*. Moscow, Russkiy dvor Publ., 1998, 160 p.].
- [22] Maturana H.R., Varelo F.J. *The Tree of Knowledge: The Biological Roots of Human Understanding*. Shambhala, 1992, 269 p. [In Russ.: Maturana H.R., Varelo F.J. *Drevo poznaniya*. Moscow, Progress-traditsiya Publ., 2001, 223 p.].
- [23] Gibson J. *An ecological approach to perceptual learning and development*. Oxford University Press, 2000, 238 p. [In Russ.: Gibson J. *Ekologicheskii podkhod k zritelnomu vospriyatiyu*. Moscow, Progress Publ., 1988, 461 p.].
- [24] Kelly G. *A theory of personality: the psychology of personal constructs*. W.W. Norton, 1963, 190 p. [In Russ.: Kelly G. *Psikhologiya lichnosti. Teoriya lichnykh konstruktov*. St. Petersburg, Rech Publ., 2000, 249 p.].
- [25] Inozemtsev V.A. *Reprezentatsiya znaniya v sovremennoy nauke: filosofsko-metodologicheskii analiz* [Representation of knowledge in modern science: philosophical and methodological analysis]. Moscow, MSTU «MAMI» Publ., 2009, 248 p.
- [26] Inozemtsev V.A. *Izvestiya MGTU «MAMI»*, 2015, no.1, vol. 6, pp. 68–74.
- [27] Inozemtsev V.A. *Izvestiya MGTU «MAMI»*, 2014, no.1, vol. 5, pp. 121–126.
- [28] Inozemtsev V.A. *Logiko-epistemologicheskoe issledovanie iskusstvennogo intellekta: fenomen kompyuternoy reprezentatsii znaniya* [Logico-epistemological study of artificial intelligence: the phenomenon of computer representation of knowledge]. Moscow, ITO Semrik Publ., 2014, 159 p.

Inozemtsev V.A., Cand. Sc. (Philosophy), Assoc. Professor, Department of Philosophy, Bauman Moscow State Technical University. e-mail: inozem_63@mail.ru