



Проблемы логики и методологии науки

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯ КАК ПРОБЛЕМА ЭПИСТЕМОЛОГИИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ*

В.В. Целищев, А.В. Хлебалин

В статье обосновывается тезис, согласно которому априорное знание, необходимое в экспериментальной науке, состоит из знания математических функций. Показано, что с точки зрения эпистемической логики поиск закономерностей в этой науке есть поиск экстенциональных функций и следующий за ним переход к идентификации функции.

Ключевые слова: знание, эпистемология, логика, функция, вычислимость

Цель представления знания состоит в выявлении неявных форм знания и, таким образом, в представлении знания в его точной форме. Под неявным понимается знание, не зафиксированное в виде, доступном для наблюдения, интуитивное знание, а также знание, являющееся по природе своей социальным. Под последним часто понимаются нормы, присущие профессиональному сообществу, являющиеся скорее фоном для получения явного знания. С философией представление знания роднит то обстоятельство, что сама философия являет собой экспликацию скрытых метафизических предпосылок. Знаменитый лозунг Б. Рассела: «Логика есть сущность философии» – вполне понятен как раз в контексте такого рода усилий по извлечению неявного, скрытого знания.

Понятие неявного знания может трактоваться двояко. С одной стороны, извлечение скрытого, неявного знания производится путем анализа эмпирического материала с дальнейшей формулировкой общих законов, лежащих, как полагает познающий субъект, в основе на-

* Исследования, результаты которых отражены в данной статье, поддержаны Междисциплинарным интеграционным проектом Сибирского отделения РАН №.47.

бора данных. Деятельность по отбору релевантных данных имеет задачу, природа которой ставит перед исследователем сложную дилемму: на каком основании часть данных оказывается релевантной, а другая часть – нерелевантной. Является ли подобная селекция «естественной» или же она производится по такого рода соображениям, которые могут становиться на определенном этапе просто этическими. Это может иметь место в ситуации «давления» парадигмы исследования, или же в ситуации фальсификации данных, или же, наконец, бессознательно, под влиянием каких-то психологических или этических моментов. Однако большая часть случаев опущения данных связана с «распознаванием правильных закономерностей», распознаванием паттернов, подходящих для решения определенной задачи. А это, в свою очередь, связано с использованием априорных дедуктивных структур. В любом случае извлечение данных из эмпирических исследований и их представление в виде знания является чем-то вроде «синтетического априори» знания.

С другой стороны, мы можем полагать, что извлечение знания и его представление – процесс чисто дедуктивный в том отношении, что неявное знание содержится уже в посылках и представление знания состоит в экспликации неявных посылок, которые скрыты в процессе дедуктивного вывода. С первого взгляда трудно представить себе, как можно в дедукции иметь неясности, экспликация которых играет существенную роль в представлении знания. Однако легко указать на то обстоятельство, что понятие семантической информации логических языков страдает как раз неопределенностью относительно содержания этой информации. Если учесть, что многие исследователи полагают знание тождественным информации, становится ясно, что само понятие дедукции требует уточнения с точки зрения информативности.

Вышеизложенное предполагает, что существует два вида исследований и, соответственно, два метода относящихся к представлению знания. Один из них имеет дело с эмпирическим материалом, а другой – с дедуктивными структурами. С точки зрения философии эти два метода не слишком расходятся. В эмпирической составляющей важнейшую роль играет то, что А.С. Эддингтон назвал в свое время «селективным эффектом». Этот эффект обусловлен нашими когнитивными способностями и особенностями. Кантовские «синтетические априори» утверждения вполне подходят для установления статуса подобного рода представления знания. Но коль скоро эти же когнитивные способности проявляются в нормах, которые присущи дедуктивному мышлению, можно полагать, что нет резкой границы между упорядо-

чением, а стало быть, представлением эмпирического знания, и анализом дедуктивных структур с точки зрения их информативности.

Это сопоставление поднимает ряд важных вопросов. Во-первых, можно говорить о «непостижимой эффективности математики в естественных науках», если заимствовать ставшую уже клише знаменитую фразу Э. Вигнера. Потому что унифицированное представление знания в эмпирических и дедуктивных исследованиях говорит о близком сходстве этих двух, с первого взгляда разных, разделах знания.

Во-вторых, именно дедуктивные структуры логики и математики являются «скелетом» представления знания, и невозможно вообразить себе саму задачу представления знания без организации эмпирического материала на основе определенного логического каркаса. Опять-таки, обращаясь к Канту, мы можем говорить о том, что трудно отделить собственно внешние данные («вещи-в-себе») от субъективного вклада субъекта («концептуальная организация»). Ясно, что первое относится к эмпирическому материалу, а второе – к логике исследования.

Таким образом, в исследованиях по представлению знания на первое место выходят проблемы, связанные с логикой такого представления. С «инженерной» точки зрения при конструировании различного рода экспертных систем, работе с большими массивами данных и т.д. проблема представления знания выглядит более практической. В частности, разрабатываются различные техники и компьютерные технологии обращения с массивами данных, позволяющие устанавливать закономерности, которые являются, по сути, самим знанием. Однако помимо такого рода технических вопросов не менее важны концептуальные вопросы о представлении знания. И хотя, как показано выше, теоретически эти задачи весьма близки друг к другу, практически мы имеем дело с двумя ветвями исследования.

В данной работе рассматриваются проблемы представления знания в дедуктивных структурах. С точки зрения философии эти проблемы напрямую связаны с важнейшим вопросом современной философии, который получил название «скандала в дедукции» и суть которого состоит в прояснении того, какого рода информация может быть извлечена из дедуктивных структур. Памятуя, что информация часто отождествляется со знанием, мы имеем в виду, что речь идет о возможности получения знания из чисто дедуктивных построений. Как известно, возможность такого рода извлечения оспаривалась логическими позитивистами, которые полагали математику, как и логику, безинформативной структурой. Однако в настоящее время есть значи-

тельные сомнения в том, что такая точка зрения обоснованна. И дело не только в том, что многие интуитивно уверены в незаменимости, в том числе информационной, математики для эмпирических наук, но также и в том, что исследование самих дедуктивных структур показывает сложную информационную составляющую дедуктивного мышления. По этой причине значительная часть исследований по проблеме представления знания должна быть посвящена следующим разделам.

Прежде всего, это собственно логика, где рассматриваются те логические системы, которые полезны для извлечения неявного знания. При этом важнейшим аспектом является то, что сама по себе техника логических систем не определяет полностью свою релевантность относительно проблемы представления знания. Не менее важным оказывается прояснение концептуальных основ применения логики. Далее, речь должна идти об экспликации онтологии. Эта концепция, заимствованная из «чистой» философии, находит в настоящее время обширное применение в компьютерных исследованиях, связанных с техническими аспектами представления знания. Но проблемы структуры представления онтологии не менее важны, чем просто вопросы таксономии онтологических областей. Наконец, третьей составной частью исследований по представлению знания являются вычислительные процессы, которые важны в приложениях и которые отличают две первые философские части от собственно прагматических.

Рассмотрим структуру процесса представления знания. Само по себе представление есть знаковая структура. Знак обозначает вещь, которая выступает объектом потенциального знания. Модель мира, построение которой и является результатом полученного знания, состоит из упорядоченной совокупности таких вещей. Знак имеет смысл только в контексте знаковой системы, т.е. определенного языка. Обыденный язык, к сожалению, слишком расплывчатый и неоднозначный, и для получения собственно знания он должен быть регламентирован жесткими ограничениями для получения однозначности. По этой причине при представлении знания используется формальный язык, который основан на определенной логике. Таким образом, весь процесс отображается следующим образом:

знак \Rightarrow язык \Rightarrow формальный язык \Rightarrow логика.

В конечном пункте мы получаем некое «зашифрованное» сообщение, которое является знанием только тогда, когда имеется интерпретация формального утверждения. Именно здесь проявляется роль неявного знания, поскольку такая интерпретация требует привлечения «фо-

на». Известные возражения Г. Дрейфуса против возможностей искусственного интеллекта, основанные на философии М. Хайдеггера, сводятся к тому, что такого рода фон слишком неявный и обширный, для того чтобы учесть его в представлении знания. Однако если мы сделаем упор на выявлении логикой неявных посылок, это возражение можно преодолеть.

При исследовании сложных фрагментов знания используется более тонкая техника, включающая математику, философию и когнитивные науки. Эти дисциплины обеспечивают круг основных идей относительно того, как мы воспринимаем и моделируем мир. Именно эти области исследования образуют то общее, что присуще всем нам. Другими словами, эти дисциплины наиболее открыты для принятия общих норм рационального мышления. Больше того, нормы дедуктивного мышления должны быть приняты для представления знания как базиса.

Математика приемлема в качестве главной составляющей представления знания в силу того, что понимание ее символических структур присутствует у подавляющего большинства обладателей знания. Нормы математического мышления являются практически универсальными, что позволяет говорить о едином знании.

Что касается философии, то она изучает природу знания и познавательных операций. Главными средствами изучения знания являются логика и онтология. К тому же философия позволяет понять сам эффект применимости математики к представлению знания.

Имея в виду это обстоятельство, представление знания можно рассматривать как применение логики и онтологии к задаче конструирования вычислительных моделей некоторой области. Логика и онтология обеспечивают формализмы, требуемые для построения таких моделей, которые можно было бы реализовать на компьютере. Не менее важное значение имеет автоматизация процесса познания, расширяющая возможности приобретения знания и его объем. В этом смысле обеспечивается необходимая полнота знания с соответствующим устранением лакун между отдельными областями знания. Тем не менее следует иметь в виду, что компьютеры играют достаточно вспомогательную роль, поскольку окончательная интерпретация результатов остается за субъектами знания, которые и мотивируют сам процесс. Эта сторона вопроса часто описывается как неустранимая интенциональность когнитивного процесса.

Ряд авторов указывают на базисные характеристики представления знания [1]. В частности, отмечаются следующие вещи. Прежде

всего, это символический характер соответствующей системы представления знания. При всей кажущейся тривиальности такой характеристики следует иметь в виду возможность куайновской интерпретации этого обстоятельства. По Куайну, символическая система науки лишь на периферии касается фактов мира, а большую часть знания представляют связи дедуктивного типа между теоретическими утверждениями. Ясно, что понимание представления знания будет зависеть от того, какой вес мы придаем чисто дедуктивным связям. Мы вовсе не обязаны следовать холизму Куайна или даже принимать тезис Дюгема – Куайна, и, тем не менее, если дедуктивные связи действительно важны для теоретического описания мира в той степени, в какой это полагал Куайн, дедуктивная составляющая в концепции представления знания будет весьма значительной.

Далее, определяющим признаком концепции представления знания является понятие онтологии. Это понятие, традиционно имеющее философский оттенок, в настоящее время активно используется в компьютерных исследованиях, особенно в связанных с информационными технологиями. В представлении знания используется более узкое понятие онтологических допущений [2]. Онтологическими допущениями называется область тех вещей, относительно которых утверждения теории истинны. Более точно, онтологией научной теории, представленной в формальном виде, оказывается модель теории. Необходимое для компьютерной обработки структурирование вещей, о которых имеется знание, достигается с помощью онтологических допущений. В этом отношении важным критерием является критерий Куайна: «быть – значит быть значением связанной переменной». При использовании языка первого порядка, который выступает базисным в большинстве исследований представления знания, этот критерий дает четкое указание на универсум вещей, существующих с точки зрения формализованной теории.

Вряд ли кто-то будет оспаривать, что знание связано с информацией, какими бы различными смыслами мы ни наделяли термины «знание» и «информация». Однако значительное число точек зрения на то, что собой представляет знание, находится в русле, которое было задано классической теорией познания. В частности, знаменитое определение, согласно которому знание есть истинная обоснованная вера, подверглось обширному комментированию, и часть из комментариев была инициирована П. Гетье и связана с поиском контрпримеров этому определению. Но, по выражению одного из философов, вся эта поле-

мика папахивает антиквариатом, поскольку для анализа знания употребляется понятийный аппарат классической философии. В нынешний век – век компьютеров требуется нечто более адекватное в том смысле, что только использование формальных языков позволит сделать необходимые экспликации. Наиболее подходящим инструментом для исследования природы знания является модальная логика, в частности эпистемическая логика. В эпистемической логике знание релятивизовано к субъекту в том смысле, что все его истинные утверждения должны быть совместимы с тем, что он уже знает. Поскольку эта совместимость и есть в некотором смысле обоснованность, в эпистемической логике мы изучаем именно знание. Изучение это связано с очень важным аспектом, поскольку логика есть исследование различных возможностей. Именно данная особенность является ключевой при применении логики к анализу знания.

В своей деятельности человек непрерывно имеет дело с альтернативами, или возможными сценариями. Поскольку все эти альтернативы, помимо единственной, являются нереализованными и представляют собой продукт эпистемического воображения («что было бы, если бы...?»), альтернативы подобного рода суть эпистемические альтернативы. Важно понимать, что мы имеем дело не с алетическими модальностями, а с эпистемическими модальностями. Ясно, что все возможные сценарии делятся на два типа: с одной стороны, это такие сценарии, которые совместимы с тем, что знает субъект, а с другой стороны, это такие сценарии, которые несовместимы со знанием субъекта. Таким образом, знание есть дихотомия логического пространства возможных сценариев.

Но точно такая же дихотомия используется в определении меры информации. Со времени К. Шеннона стало привычным, что утверждение тем более информативно, чем больше возможностей оно исключает. Здесь, как и в случае со знанием, мы имеем дело с различными альтернативами. Суть ситуации с возможностями тут такова: если вы сообщаете что-то информативное, это означает некоторую степень определенности; с другой стороны, если вы не сообщаете ничего информативного, значит, вы просто перечисляете все возможности, не отрицая ни одной из них. Таким образом, обнаруживается прямая связь между концепциями знания и информации, связь, которая, хотя и закрепились в обыденном сознании, требует экспликации. Такая экспликация обеспечивается эпистемической логикой.

Как уже говорилось, эпистемическая логика есть частный вид модальной логики. В кванторной модальной логике существует важней-

шая проблема, которая называется проблемой квантификации модальных контекстов. Технически это означает проблему интерпретации взаимоотношения кванторов и модальных операторов.

Так же как и во многих разделах философской логики, здесь имеется определенное противоречие между формализмом и его интерпретацией, точнее, между тем аппаратом, который строится с учетом возможных применений к практическим вопросам, особенно в связи с компьютерными исследованиями, и собственно эпистемологическими проблемами. Надо заметить, что такая ситуация не является исключением в современной науке: например, формализм квантовой механики, весьма широко используемый в современной технологии, и интерпретации квантовой механики, которые оставлены на периферии интересов научного сообщества. Между тем выявление именно концептуальной структуры логики в проблеме представления знания – одна из наиболее интересных тем исследования.

Даже самые простые примеры логически организуемых утверждений обыденного языка относительно знания ставят глубокие вопросы. Традиционно любое усиление языка первого порядка происходит путем введения новых операторов. В эпистемической логике таким оператором является эпистемический оператор K , семантика которого заключается во фразе «знает, что». Естественно, при этом одной из главных проблем оказывается соотношение кванторов и эпистемического оператора. Порядок кванторов и оператора оператора в некотором утверждении является отражением принятой семантики в отношении термина «знание». Мы определенно должны предположить, что знание связано с информацией, а некоторые исследователи предполагают, что знание и есть информация. Если мы предположим на время, что знание ассоциируется с информацией, тогда мы должны прибегнуть к соображениям о природе информации, связанным с семантикой понятия знания.

При рассмотрении эпистемологических проблем, связанных со знанием, полезно говорить о «возможных мирах». Эти возможные миры суть возможные ситуации, или возможные последовательности событий. Как известно, понятие тавтологии обязано как раз тому, что некоторое тавтологичное утверждение истинно во всех возможных мирах. Но коль скоро мы переходим к эпистемологическим вопросам, требуется разграничение миров на те миры, которые совместимы со знанием, и те, которые несовместимы со знанием. Здесь возникает вопрос о том, какое знание имеется в виду. Ясно, что оператор знания должен иметь демонстративный индекс. Другими словами, речь идет о знании некоторого субъекта

екта, обладающего знанием. Семантика для модальной логики С. Крипке представила формализм для такого рода ситуации. Речь идет о введении отношения на множестве возможных миров, $R(a, w_1, w_2)$, где w_1 есть возможный мир, в котором находится субъект a , w_2 есть возможный мир, который совместим с тем, что знает субъект a . Мир w_1 есть на самом деле действительный мир, а мир w_2 есть мир, до которого можно «дотянуться» или «достичь» его из мира w_1 , при предположении всего того, что субъект a знает в своем мире w_1 .

Пусть субъект a знает некоторое утверждение S . Тогда истинно, что a знает в w^1 , что S , если и только если истинно, что S во всех возможных мирах w^* , таких что $R(a, w^1, w^*)$. Эти сценарии w^* называются эпистемическими a -альтернативами к w^1 , или мирами знания субъекта a . Эпистемический оператор является своего рода квантором общности.

Ранее говорилось о том, что в подобного рода рассмотрениях важную роль играют именно философские соображения. Речь идет прежде всего о проблеме «прослеживания индивидов» сквозь возможные миры. «Каждый возможный мир содержит некоторое число индивидов с определенными свойствами и определенными отношениями друг к другу. Мы должны использовать эти свойства и отношения, для того чтобы решить, какой член данного возможного мира тождествен данному члену другого возможного мира. У индивидов на лбах не написаны их имена, они не идентифицируются сами по себе. Мы не можем даже контрфактически наблюдать “голые индивиды”, а можем лишь наблюдать те индивиды, которые “одеты” в соответствующие свойства и отношения» [3]. В качестве комментария можно добавить, что такая точка зрения на прослеживание индивидов сквозь возможные миры противоположна концепции «твердых десигнаторов» С. Крипке. Преимущество точки зрения Я. Хинтикки состоит в том, что твердые десигнаторы поднимают слишком много проблем в эпистемических контекстах и более применимы к алетическим модальностям.

Типичная систематизация логики и семантики знания включает упомянутое выше смешанное использование обычных кванторов и эпистемического оператора. При этом важно иметь в виду, что именно подпадает под действие эпистемического оператора, т.е. какого рода объекты входят в область универсума оператора, который понимается как своего рода квантор. Соотношение квантора и эпистемического оператора поднимает вопрос о том, что является предметом знания. Одна из ключевых фраз семантики обыденного языка строится как «субъект a знает, что...». В этом случае знание является пропозицио-

нальной установкой и его природа отображается отношением между познающим субъектом и объектами – членами возможных миров, а не просто реального мира. Главным следствием перевода конструкций с термином «знание» в конструкцию «субъект a знает, что...» является входение эпистемологических терминов в область действия квантора. Квантификация пропозициональных установок поднимает все те проблемы, которые присущи квантификации модальных контекстов вообще [4]. В стандартной терминологии это модальность *de re*.

Есть и другой контекст с термином «знание», который получил свое выражение в теории знания-знакомства Б. Рассела. В этом случае предметом знания выступает объект. Соответствующая модальная конструкция является модальностью *de re*. Один из наиболее интересных философских результатов – сведение модальностей *de re* к модальностям *de dicto* [5]. В этом смысле квантификация пропозициональной установки «субъект a знает, что...» является базисной.

Однако использование модальностей *de dicto* сопряжены с определенными трудностями, особенно в случае эпистемических модальностей. Речь идет о знаменитой проблеме квантификации эпистемических контекстов. Дело в том, что если в области действия квантора находится эпистемический оператор, это означает, что область квантификации должна быть одной и той же для всех эпистемически альтернативных миров. А это, в свою очередь, говорит о том, что значения переменных должны быть известны субъекту пропозициональной установки. Такого рода знание равносильно тому, что в каждом возможном мире выбирается определенный индивид и сам акт выбора осуществляется функцией от мира к индивиду. Получается, что в эпистемических контекстах производится квантификация абстрактных сущностей, а именно, функций. Именно по этой причине эпистемические контексты не могут быть схвачены логикой первого порядка. Заметим, что проблемы представления знания в эмпирических исследованиях по большей части обсуждаются в предположении, что адекватным формализмом для этого является именно логика первого порядка. Ясно, что если эпистемическая логика не удовлетворяет такой стратегии исследования, то она, будучи логикой знания, объемлет нечто отличное от традиционного представления знания. Этим особенным в эпистемической логике является трактовка в ней дедуктивного знания, и в частности априорного знания.

Современная философия науки унаследовала от предшествующих философских систем множество стандартов относительно того, что,

собственно, считать важной или интересной проблемой. На этом пути легко возникают мифы, «деконструкция» которых сталкивается с трудностями, когда один миф заменяется другим и опровержение исходного мифа грозит призраком «вечного возвращения». Легко привести примеры подобных ситуаций. Существование пропасти между математическими конструкциями и эмпирическими исследованиями, возведенное в догму логическими позитивистами, обосновывалось, в частности, апелляцией к тавтологическому характеру логики и математики и содержательности эмпирического опыта. Критика «двух догм» эмпиризма У. Куайном привела к ликвидации этой пропасти, и философия науки под давлением Куайна возвела в догму непрерывность знания, которая обеспечивала постепенное перетекание философских спекуляций в обоснованное знание. Каждый из этих двух подходов обосновывался частично техническими деталями и частично философскими предрасположениями. Так, тавтологичность логики и математики влечет за собой их безинформативность и, естественно, априорный характер. Уверенность в таком понимании логики и математики мотивировалась и усиливалась эмпирической направленностью философии участников Венского кружка, прибегая к довольно успешным выводам из предложенной Витгенштейном концепции тавтологии. Куайновская концепция основывалась на философских тавтологиях о природе функционирования языка, апеллируя при этом к фундаментальной роли языка первого порядка.

В обоих подходах в тени оставалась фундаментальная проблема соотношения теоретической и эмпирической составляющих знания. В частности, наиболее важным вопросом в этом отношении был вопрос о том, почему математика применима к описанию эмпирического опыта, и не просто применима, а применяется с громадным успехом. Естественно, что в истории философии на этот вопрос была дана масса ответов, подавляющая часть которых была ограничена философскими предположениями. В случае же логических позитивистов и Куайна к ответу на данный вопрос были привлечены технические детали, а именно, логические исчисления. Именно использование современной логики должно было наложить серьезнейший отпечаток на характер обсуждения этой проблемы. Однако проблематика применения математики к эмпирическим исследованиям не была среди приоритетов в современной философии науки. Логические позитивисты не пошли дальше констатации фактов о тавтологичном характере математического знания, а Куайн вообще ограничился языком первого порядка,

применение которого исключало из рассмотрения слишком много важных явлений.

Коль скоро философия науки демонстрировала в отношении этой проблемы свою «нищету», представители естественных наук предпочли свою собственную мифологию, которая восходит к знаменитому галилеевскому утверждению, что «математика есть язык природы». Наука Нового времени апеллировала в значительной степени к другому мифу, который на современном беллетристическом жаргоне именуется «разгадкой кода Бога». Нынешняя популярная литература говорит о том, что вселенная по своей природе может представлять собой компьютер. Можно привести и другие примеры таких метафорических описаний, неудовлетворительное функционирование которых приводит к знаменитому клише Э. Вигнера: «непостижимая эффективность математики в естественных науках». Таким образом, очевидно отсутствие прогресса в исследовании одного из самых важных вопросов, который представляет интерес как для науки, так и для философии.

Нами предлагается принципиально новый подход к указанной проблеме, суть которого состоит в том, что математика не есть язык науки, а есть представление знания. Другими словами, знание само по себе не может обходиться без математики не потому, что математика «экономит мышление», а потому что знание должно быть представлено. В текущей литературе по представлению знания сам термин «представление знания» предполагает кодификацию знания в виде, удобном для формализации, или «для компьютера». Но такое видение проблемы – это только часть более важной проблемы, потому что понятие «знание» предполагается чем-то весьма понятным. Между тем, знание не может быть формализовано, не будучи «представленным», и такое представление обеспечивается математикой.

Понимание представления знания как представления его в математическом облачении проливает свет на классическую философскую проблему априорного характера дедуктивного знания. Но для самой постановки вопроса требуется мотивация. Она состоит в том, чтобы заменить метафоры относительно природы научного знания объяснением эффективности применения математики к эмпирическим исследованиям, таким объяснением, которое играло бы роль логического объяснения.

Вопрос о том, можно ли считать математику представлением знания, упирается в вопрос, можно ли в приобретении и использовании знания обойтись без априорных структур. Ясно, что современное зна-

ние является математизированным, и сама постановка вопроса кажется надуманной, если не абсурдной. Однако тут речь идет не о том, используется ли математика или нет, а о статусе того, что используется. Математика незаменима в науке, но как объяснить эту незаменимость? Более точно, что, собственно, незаменимо – математические утверждения, математические объекты, математические структуры и т.д.? На философском языке такие вопросы отражают собой различные аспекты природы дедуктивных структур, а именно, онтологические, эпистемологические и т.д. Для того чтобы иметь логическое объяснение, нужно четко разграничить аспекты рассмотрения. Действительно, с точки зрения логики мы можем иметь структуры *de re* и *de dicto*, которые относятся соответственно к знанию предложений и к знанию объектов.

Важнейшей особенностью предлагаемого подхода является интересное переплетение онтологических и эпистемологических соображений. Использование эпистемической логики, которая служит основным инструментом анализа в нашем исследовании, предполагает эпистемологический аспект. С другой стороны, для успешного анализа подобного рода требуется онтологическое понятие математического объекта. В любом случае вопрос о незаменимости математики в науке принимает форму вопроса о незаменимости математических объектов в науке. Какие это объекты, зависит от предпочтений исследователя. Знаменитое «Бог создал целые числа, все остальное – творение рук человеческих» выдвигает на первый план натуральные числа. Но с точки зрения нынешней философии математики центральным объектом является понятие функции.

Итак, онтологический вопрос о существовании функций как математических объектов при должном логическом объяснении должен найти свое концептуальное выражение в логическом аппарате. Ясно, что понятие объекта представлено в логике понятием квантора, который вводит в рассмотрение объект. Функция неизбежно входит в рассмотрение ввиду ряда обстоятельств. Я. Хинтикка указывает, например, что сложное утверждение, включающее несколько кванторов, вводит в рассмотрение по крайней мере несколько индивидов. Роль таких индивидов становится ясной при использовании функции Сколема. Сколемовская функция предложения Φ в качестве значения дает индивиды, которые должны существовать для того, чтобы Φ было истинным. Если для кванторного выражения вводится функция Сколема, это означает «устранение» переменной, которая предположительно указывает на объект. Элиминация объекта, таким образом, на первый

взгляд, не делает математические сущности незаменимыми для теории. Но это, наоборот, способствует еще большей обоснованности тезиса о незаменимости математики. Дело в том, что в выражение входит функция Сколема, которая и представляет теоретический объект. Таким образом, абстрактные объекты незаменимы для теоретизирования. Данный вывод вряд ли является чем-то новым, поскольку уже платонизм утверждает это в течение долгого времени. Знаменитый лозунг Куайна: «Быть – значит быть значением связанной переменной» – увязывает кванторную структуру утверждений теории с онтологическими допущениями этой теории. И коль скоро в теории происходит квантификация переменных, указывающих на абстрактные объекты, приходится допустить их существование.

Однако с абстрактными объектами есть крупная проблема, отчетливо обозначенная П. Бенацерафом в статье «Математическая истина». Дело в том, что эпистемический доступ к абстрактным объектам непонятен с точки зрения любых стандартов эпистемологии, если не говорить о таких крайностях, как математическая интуиция Геделя. Поэтому само по себе внимание к онтологии теории не может дать логического объяснения применения математики к эмпирическим теориям. Требуется объяснить еще и эпистемический доступ к абстрактным объектам, другими словами, требуется объяснение процедуры приобретения математического знания. Учитывая кванторную структуру теоретических утверждений, следует обратить внимание на логическую теорию, которая бы лучше всего подходила для анализа общей структуры научного дискурса. Как известно, этот дискурс заключается прежде всего в вопросах, которые исследователь задает «природе». Цель научного исследования состоит в получении ответов на эти вопросы. Коль скоро речь идет о логическом объяснении применимости математики к эмпирическим исследованиям, требуется разработка общей логической теории вопросов и ответов. Такую теорию относительно недавно предложил Я. Хинтиikka, хотя она в значительной степени связана с ранее предложенной им же теоретико-игровой семантикой и дружественно-независимой логикой.

Хинтиikka сформулировал теорию, в рамках которой дается достаточно интересный ответ о незаменимости априорных структур в системе знания [6]. Главная особенность его подхода состоит в том, что эти априорные структуры являются представлением знания. В данном случае знание – это организованные эмпирические исследования. Организация эмпирических исследований может осуществляться различными

способами, и в истории философии и науки разработано множество методик, каждая из которых претендует на удовлетворительное решение проблемы незаменимости априорных дедуктивных структур в организации знания. Типичными примерами такой методики являются дедуктивизм К. Поппера или же верификационизм логических позитивистов. Я. Хинтикка, в лучших традициях успешных философов, создает для себя «канон», возводя свою теорию к сократическому методу вопрошания как способу извлечения знания. У Хинтикки этот способ превращается в способ представления знания.

Для того чтобы эксплицировать метод Сократа, предлагается логическая теория вопросов и ответов, в значительной степени апеллирующая к теориям Платона и Аристотеля. Сама идея научного или философского исследования состоит в постановке вопросов и получении адекватных ответов. Под адекватностью тут понимается правильный ответ с учетом эмпирических данных. Коль скоро эмпирические данные ограничивают произвол в постановке вопросов и формулировками ответов, такое ограничение должно найти место в логической структуре процедуры вопрошания и отвечаия. Другими словами, вопрос и ответ должны включать элементы, которые определяют содержание предполагаемого знания. Составляющие элементы такого рода называются предпосылками вопросов и ответов. На необходимость первых указывал еще Аристотель, а на необходимости вторых настаивает Хинтикка. Следует отметить, что Хинтикка рассматривает всю эту проблематику в рамках эпистемической логики, полагая, что эта логика является теми рамками, в которых только и можно рассматривать проблемы представления знания.

Представление знания есть применение формальных моделей, которые решают две основные задачи: во-первых, обоснование знания и, во-вторых, приобретение нового знания. Таким образом, в репрезентационном формализме должны найти отражение эти два аспекта знания. Одним из явных кандидатов на роль такого рода формализмов является эпистемическая логика. Среди преимуществ именно эпистемической логики – то обстоятельство, что концептуальные предпосылки представления знания в этом случае более важны, чем технические детали. Текущие исследования по представлению знания имеют две важные особенности. В центре внимания находятся эмпирические данные, поскольку извлечение знания из имеющихся данных рассматривается как приобретение нового знания, а дедуктивные структуры, по общему убеждению, не ведут к новому знанию. Далее, основным фор-

мализмом при такого рода извлечении знания является язык первого порядка. Оба этих аспекта в определенном смысле свидетельствуют об отсутствии по-настоящему новых подходов к представлению знания, поскольку речь идет скорее о работе с базами данных, нежели об обосновании знания и приобретении знания.

Эпистемическая логика выступает в качестве исправления упомянутых ограничений. В частности, язык первого порядка должен быть модифицирован, с тем чтобы дать возможность «обогащения» дедуктивного шага в том отношении, что дедукция должна пониматься не в консервативном плане. Речь идет о том, что традиционно дедукция понимается как структура сохранения истинности утверждений по ходу логического вывода. Этим обеспечивается обоснование уже имеющегося знания, но не обеспечивается объяснение того, как получается новое знание. Больше того, дедуктивное мышление объявляется таким мышлением, при котором в принципе невозможно получить новое знание. Этот тезис особенно тщательно разрабатывался логическими позитивистами.

Но если такая модификация языка первого порядка осуществима, тогда дедуктивные структуры позволяют приобретать знание, а не только обосновывать его. Но каков механизм такого приобретения? Традиционно существенной характеристикой дедуктивного знания является принятие возможности априорного знания. Вопрос состоит в том, как в дедуктивном шаге «вмещается» характеристика априоризма.

Как уже указывалось, результатом знания является принятие нами решений. Такая роль знания состоит в устранении некоторых альтернатив. Но это не просто устранение алетических альтернатив, скорее речь идет о тех альтернативах, о которых имеется знание. Несовместимые с моим знанием альтернативы устраняются. Это эпистемически невозможные сценарии. Остаются эпистемически возможные сценарии, а эпистемические возможности являются подлинными возможностями. Знание есть дихотомия логического пространства возможностей, которые совместимы с моим знанием, и возможностей, которые с ним несовместимы. Для формализации этого и нужна эпистемическая логика, или логика знания. Она гораздо более естественна, чем алетические модальности, поскольку отношение достижимости миров эпистемически более естественно. Логика знания не зависит от определения знания и приложима к многим другим понятиям типа понятий информации, веры и т.д. Но это оказывается скорее логикой информации. Содержание пропозициональной установки типа знания есть информация. Тут важная интерактивная модель исследования. Новая информация

входит в аргумент в форме ответов на вопросы, которые адресуются источнику информации, для чего требуется логика вопросов и ответов. Это расширение и применение эпистемической логики. Одна из основных идей состоит в том, что вся информация, используемая в аргументе, должна быть привнесена в ответы на вопросы.

Логика интерактивного исследования делает то же, что и немонотонные логики. Здесь нужно наличие таких правил, которые отвергают ответы. Идея «вынесения за скобки» позволяет избавиться от всех видов расширительного мышления. Единственно необходимые правила помимо логических правил – это правила вопрошания и вынесения за скобки. Немонотонные и расширительные логики опираются на неявную информацию. В отличие от этих логик в эпистемической логике важна не техника, а открытие неявных посылок.

Рассмотрим примеры процедуры получения знания путем извлечения его с помощью подходящих вопросов. Пусть есть желание узнать, кто выиграет чемпионат мира по футболу. Итак, исследование начинается с постановки вопроса

Какая команда выиграет чемпионат мира по футболу? (1)

Коль скоро мы имеем дело с эпистемической логикой, ответом на этот вопрос является такой

Я знаю, кто выиграет чемпионат мира по футболу. (2)

Это действительно ответ на поставленный вопрос, и в этом смысле ответ является предполагаемым результатом. На самом же деле правильный ответ называется желательным результатом вопроса, и правильность его состоит в том, что он в существенной степени определяет поведение всей процедуры «вопрос – ответ». Для понимания того, как реализуется такое определение, рассмотрим «неправильный» с точки зрения эпистемической логики ответ:

Я знаю, что европейская команда выиграет чемпионат мира по футболу. (3)

«Неправильность» такого ответа состоит в том, что это не то, что хотелось знать согласно вопросу, и в этом смысле ответ (3) не является желаемым. Дело в том, что европейских команд несколько, и ответ неоднозначен. Для получения настоящего ответа требуется дополнительная информация типа. С логической точки зрения (3) не влечет (2).

Я знаю, какой именно является европейская команда. (4)

Это последнее и есть предпосылка ответа, который должен быть определенным или же заключительным. Хинтиikka называет это условием заключительности ответа. Если мы хотим обеспечить заключительный ответ на вопрос, мы должны обеспечить истинность (4), а не только (3).

Эти формулы эквивалентны в традиционной эпистемической логике:

$$(\exists x) K_1 W[x]; \quad (5)$$

$$K_1 W[d]; \quad (6)$$

$$(\exists x) K_1 (d = x). \quad (7)$$

В формуле (5) есть два оператора: квантор существования и эпистемический квантор («субъект 1 знает, что...»). Теоретико-игровая семантика устанавливает истинность (5) через семантическую игру, где в случае операторов ход в игре заключается в выборе значения переменной в области действия оператора. Проблема состоит в том, что эпистемический оператор вносит альтернативность – возможные миры, так что выбор значения переменной зависит от выбора возможных миров и потому неоднозначен. В случае (5) выбор переменной происходит сначала для квантора, а затем для оператора «знает» и поэтому неоднозначности не возникает. Но в случае перемены мест операторов неоднозначность возникает. Для определенности требуется точная трактовка порядка выбора значений переменных. С этой целью Хинтиikka вводит новую нотацию (которая является частью его так называемой дружественно-независимой логики). Для того чтобы подчеркнуть то обстоятельство, что в (5) порядок действия операторов безразличен, т.е. не зависит от действия другого, используется знак флеша. Так, формула (5) может быть представлена более сложной формулой, а именно:

$$K_1 (\exists x / K_1) W[x] \quad (5)$$

Значение флеша «/» состоит в том, что даже если значение x выбирается после выбора субъектом K_1 , он будет выбираться в отсутствие знания сценария. Эта независимость выражается слэшем. Оказывается, что для нашего примера процедуры «вопрос – ответ» формулы эпистемической логики (5) и (8) являются эквивалентными. Другими словами, в данном примере можно менять местами квантор и эпистеми-

ческий оператор. Но такая эквивалентность является следствием относительной простоты нашего примера. В более сложных контекстах процедуры «вопрос – ответ» такие перестановки невозможны, и опять-таки оказывается, что именно усложнение нотации ведет к обобщениям, чрезвычайно важным для проблемы представления знания.

В нашем простом примере знание предполагается чисто эмпирическим. И сама проблема предполагаемой незаменимости математики для представления знания состоит в том, на каком этапе в рассмотрение входят дедуктивные соображения. В случае простых процедур «вопрос – ответ» речь идет скорее об априорных структурах, нежели о полноценной дедукции. Решение этой проблемы можно усмотреть в логической структуре процедуры «вопрос – ответ».

Для получения правильного ответа на поставленный вопрос, как было показано, требуется условие заключительности ответа, а именно условие (4). Но это условие не является частью эмпирических процедур познания. Дело в том, что утверждения (3) и (4) имеют разные функции. Если (3) есть способ указания на правильный объект, т.е. $K_1 W[d]$, то (4) говорит, какой именно объект указывается, т.е. $(\exists x) K_1 (d = x)$. Это и есть условие заключительности ответа, т.е. условие правильного ответа. Решающий момент в подходе Хинтикки состоит в том, что (8) не является фактической истиной. Вопрос именованного – это семантический, или концептуальный вопрос. Если я говорю, что знаю, что существует команда, именуемая «Скуадра Адзура», то установление имени команды не является вопросом эмпирическим. Это концептуальный вопрос, и, стало быть, знание, получаемое при вопросах, не является чисто эмпирическим. Еще точнее, получение ответа предполагает, что познающий субъект имеет определенное концептуальное знание уже перед тем, как приобрести эмпирическое знание. Более точно, это концептуальное знание требуется для представления эмпирического знания.

Теперь возникает весьма тонкий вопрос о том, является ли это концептуальное знание тем самым знанием, которое есть математическое, или дедуктивное, знание. Дело в том, что когда мы говорим о незаменимости математики в естественных науках, мы предполагаем, что математические истины обладают тремя важнейшими характеристиками, а именно, априорностью, аналитичностью и необходимостью. Все три характеристики часто укладываются в понятие концептуальной истины. И здесь возникает затруднение, связанное с тем, что вряд ли концептуальный вопрос именованного является необходимой истиной.

В конце концов, название «Скуадра Адзура» для команды Италии получилось, наверняка, контингентным образом. Тогда приходится признать, что мы имеем дело с априорными, но не необходимыми истинами. Сами по себе такие радикальные изменения в классической терминологии не столь удивительны после работ С. Крипке, в частности его работы «Именование и необходимость».

Выявление подлинной роли понятий аналитического, априорного и необходимого в объяснении природы дедуктивных истин затруднено тем, что даже в аналитической философии эти понятия были основательно перепутаны. Здесь уместно будет привести интересную оценку, которую дал Я. Хакинг тому, как освещает этот вопрос А. Дж. Айер в своей знаменитой книге «Язык, истина, логика» [7]. Именно книга Айера была источником сведений об аналитической программе не для одного поколения студентов. Согласно восхитительной вульгаризации вопроса Айером, опубликованной в 1936 г., – пишет Хакинг, – аналитическое утверждение – это такое утверждение, “истинность которого зависит только от определений входящий в него символов”. Он определил “синтетическое” как “эмпирическое”, или же, если прибегнуть к его терминологии, “определяемое фактами опыта”. Таким образом, заслуженные термины, отражавшие тонкие оттенки, а именно “аналитичность”, “необходимость” и “априорность”, были смешаны в один компот. Аналитическая программа достигла своего восхитительно невежественного надира, когда Айер объяснил априорное знание в терминах понятия аналитичности. “Наше знание о том, что каждый окулист является доктором-глазником, зависит от того факта, что символ *доктор-глазник* является синонимом символа *окулист*. И то же самое верно для каждой априорной истины”» [8].

На самом деле ситуация с понятиями аналитического, априорного и необходимого гораздо сложнее. Эти категории весьма часто употребляются в анализе математического и логического дискурсов. Со времени Платона идеал знания заключался в чистом размышлении. Этот идеал был инспирирован математикой, и понятие априорного знания, т.е. знания, получаемого чистым размышлением, очевидно связано с представлением о математическом знании. Средневековые схоласты понимали под термином «априорное знание» совсем другое, нежели современные философы, – размышление от принципов к следствиям. В этом отношении, отмечает Хакинг, понятие априорного мышления у схоластов напоминает понятие анализа в античной философии – как доказательства от начал к заключению [9]. Лейбниц придал понятию

априорного мышления несколько другое значение, согласно которому априорное знание получается неэмпирическим путем. Это является следствием того, что Б. Рассел назвал «глубокой философией» Лейбница. Эмпирические факты в современном понимании этого термина оказываются у Лейбница допытным знанием. Так называемое «полное понятие вещи (субстанции)», используемое Лейбницем, есть представление, согласно которому субстанция являет собой совокупность всех своих свойств. На языке логики это означает, что в субъекте содержатся все предикаты, приписывание которых субъекту дает истинные утверждения. Это, в свою очередь, значит, что знание о некотором субъекте уже подразумевает знание всех его предикатов, что говорит о неэмпирическом характере такого знания. Именно подобного рода утверждения Лейбниц назвал аналитическими. Кант унаследовал от Лейбница понятие априорного знания как независимого от опыта, не принимая лейбницевской метафизики.

Идея априорного мышления тесно связана не только с понятием аналитического утверждения, но также и с понятием необходимого утверждения. Идея необходимого утверждения состоит в том, что некоторые истины не просто суть истины, а должны быть ими. В определенном смысле введение модальностей представляет собой усиление или ослабление истины: необходимо истинное утверждение «более истинное», а возможно истинное – «менее истинное». Соответственно, в модальных логиках используются обычно два оператора – сильный и слабый (в случае алетической модальной логики это операторы «необходимо» и «возможно»).

Кант объявил все математические утверждения априорными, поскольку они несут в себе необходимость, которую невозможно обнаружить в опыте. Почти очевидным стало и обратное утверждение, что априорные истины являются необходимыми. Действительно, если некоторая истина известна априори, тогда невозможно представить себе такие эмпирические обстоятельства, которые бы фальсифицировали эту истину. Если, однако, отвлечься от математики, тогда возникают сомнения в том, что необходимые истины всегда известны априори. С. Крипке, как известно, приводит примеры необходимых утверждений тождества, которые известны апостериори.

Лейбниц хотел показать, что все необходимые истины математики являются аналитическими. В противоположность ему, Кант объявил математические истины синтетическими априори. Г. Фреге утверждал, что Лейбниц был прав в отношении арифметики, сделав попытку све-

дения арифметики к логике, которая тоже полагалась аналитической. Последующее развитие идеи аналитического утверждения претерпело много интересных поворотов, и постоянной оставалась лишь идея, что по-настоящему аналитическими являются истины логики.

Концептуальная часть процедуры получения знания через «вопрос – ответ» ограничена условиями заключительности ответа. Именно концептуальная часть позволяет иметь знание в том смысле, в каком понимается знание. Более точно, концептуальная часть играет роль представления знания, поскольку именно она обеспечивает заключительные ответы на исследовательские вопросы. Естественно, есть искушение отождествить концептуальную часть процедуры и ее фактическую часть с аналитической и синтетической истинами соответственно. Если это так, то не является ли это искушение следствием использования весьма специфического раздела логики, а именно, эпистемической логики?

Применение именно эпистемической логики оправдано тем, что одним из наиболее интересных средств исследования концепции знания является семантика возможных миров. Эта теория представляет собой частный случай интенциональной логики, исследующей те аспекты знания, которые упускаются из виду при синтаксической трактовке знания. В семантике возможных миров есть две важные процедуры, связанные с тем, как говорить об объектах.

С одной стороны, она имеет специфическую цель, а именно, специфицирование, каким обитатель каждого сценария указывается данным термином. С другой стороны, при этом специфицируется, какой из индивидов в одном сценарии идентичен индивиду в другом. Эти две задачи называются «указанием» и «идентификацией». Их критерии по большей части независимы друг от друга и в теории, и на практике. Указание ограничено каждым отдельным миром, а идентификация связана с сопоставлением возможных миров.

Итак, если мы полагаем, что эпистемическая логика является правильным инструментом исследования того, что считается знанием в самом широком смысле, нам придется допустить, что методика вопросов и ответов включает в себя механизм возможных миров. В этом случае в познавательный процесс входят две системы семантического анализа: прослеживание индивидов сквозь возможные миры и указание в каждом возможном мире. Хинтиikka настаивает на том, что эти две системы не зависят друг от друга и что первая является частью априоризма в представлении знания. Это пока абстрактный тезис, который следует

подкрепить конкретными примерами такого прослеживания. Но дело также в том, что априоризм как способ представления знания должен найти свое место в представлении именно эмпирического знания. Метод «вопрос – ответ» может считаться опять-таки способом извлечения знания. Действительно, любое экспериментальное исследование состоит в нахождении некоторых зависимостей, в простейшем случае – зависимости одной величины от другой. Применительно к дедуктивному представлению знания речь идет об установлении зависимости одной переменной от другой, когда переменные представляют некоторые наблюдаемые величины. Вполне естественно представить исследование такой зависимости, прибегая в логике вопросов и ответов, в виде вопроса

Какова зависимость переменной y от переменной x ?

Желательным ответом будет нечто вроде следующего:

Субъект I знает, что для всех значений переменной x существует такое значение переменной y , что выполняется соотношение $S[x, y]$.

В формальном виде это будет выражение

$$K_1 (\forall x) (\exists y / K_1) S[x, y]. \quad (9)$$

Поскольку переменная y зависит от переменной x , будем в самом расплывчатом представлении полагать, что y есть функция x (пока мы не очень хорошо понимаем, что такое функция с точки зрения эпистемической логики) и по этой причине прибегает к сколемовской форме приводимого далее утверждения (13), а именно:

$$K_1 (\exists f / K_1) (\forall x) S[x, f(x)], \quad (10)$$

что равносильно выражению

$$(\exists f) K_1 (\forall x) S[x, f(x)]. \quad (11)$$

Установление эмпирических зависимостей на практике представляет собой попытку найти «гладкую» кривую, т.е. построить график, который представляет наглядно эту зависимость. Не надо считать такую процедуру чисто эвристической, – на самом деле она является важнейшей частью научного исследования в самом фундаментальном эпистемологическом смысле.

Поиск порядка в эмпирических явлениях и установление дедуктивных закономерностей представляют собой два вида когнитивных процедур. Дедукция в идеальном случае является комбинаторной процедурой, в то время как установление порядка в значительной степени есть результат визуализации. Возвращаясь к эпистемической логике, мы можем утверждать, что получение экстенциональной функции – это получение графика, где визуализация имеет первостепенное значение. Очевидно, что два вида когнитивных процедур соответствуют двум видам знания, которые трактуются эпистемической логикой.

Я. Хакинг отмечает, что конкуренция двух видов когнитивных процедур является отличительной чертой современной науки:

«В течение многих лет физика высоких энергий использует две группы технологий, инструментов, данных и методов анализа данных. Одна группа включает сцинтилляторы и статистический анализ, буквально комбинацию бесчисленного количества данных, каждое из которых само по себе ничего не значит. В другую группу входят фотографии треков в пузырьковых камерах, треки, чьи свойства можно буквально наблюдать, одно за другим. Этот взгляд представляет одну из основных тем монументального исследования Питера Галисона о физике высоких энергий “Образ и логика” [10]... Есть две группы конкурирующих методологий, две конкурирующие группы типов физического сообщества в исследовании высоких энергий, а также два типа соответствующих инструментов. Один тип – это мир образов, другой тип – мир логики и комбинаторного мышления.

Другой пример столь знаком всем, что стал почти тривиальным. Есть два конкурирующих типа представления операционных систем компьютеров: Mac и PC. Первая представляет систему визуальным образом, в то время как конкурирующая DOS-система делает это комбинаторно. Это не имеет много общего с тем, что делает компьютер. Это связано с тем, как представлена информация и как понимается исследовательская активность: указание на иконку на экране (визуальная информация) или же символы на клавиатуре (комбинаторная информация). Вероятно, визуальный вид Mac победил, поскольку Windows в конце концов прибегнул к системе Apple, и был достигнут синтез. Очень плохой синтез, как могли бы сказать пользователи» [11].

Итак, визуальный вид когнитивных процедур может рассматриваться как способ получения экстенциональных функций. Другое дело, что в свете конкуренции двух этих видов трудно установить приоритет подлинных математических функций перед экстенциональными функциями. Но для нас в данном случае это и не важно, поскольку сам факт

нахождения экстенциональных функций как важнейшего эпистемического шага получает оправдание.

Конечно, сырой набор данных не является той самой экстенциональной функцией. Для получения настоящего графика мы прибегаем к некоторой избирательной процедуре, которая часто называется селективным эффектом. Действительно, если мы имеем конечный набор точек построенного графика, мы, намеренно или нет, пытаемся сделать его «плавным» исходя из некоторых соображений о том, что природа не может быть хаотичной и наш ум ищет в хаосе порядок. Любой опыт является конечным, и, стало быть, число точек на графике конечно. Но знание заключается в обобщении, которое часто называется индуктивным обобщением, т.е. это переход от некоторого числа утверждений к общему заключению. Такое заключение не может быть просто увеличением числа утверждений, поскольку в этом случае оно не было бы по-настоящему обобщением. Но каким должно быть «настоящее» обобщение? Оно должно включать какое угодно число точек, пригодное для произвольного соответствия переменных, представляющих наблюдаемые величины. То есть мы должны рассматривать все возможные пары функций. Это и предлагает математика: в теории множеств функция рассматривается как множество пар. Правда, как всегда, математика слишком «щедра», и функция здесь понимается как множество произвольных соответствий. На практике же исследователь природы ищет не произвольные соответствия, а некоторую «кривую». Если же мы имеем такие точки, которые не попадают на предполагаемую кривую, тогда они считаются «лишними» и игнорируются. Если исследователь получает кривую, он имеет дело с функцией, которая может считаться экстенциональной функцией.

Под экстенциональностью в данном случае подразумевается, что пары значений переменных оказываются результатом совпадений эмпирических, т.е. совпадений, которые не имеют в себе интенции, намерения исследователя. Знание такой функции выражается формулой

$$K (\forall x) S [x, g(x)]. \quad (12)$$

Хинтикка полагает, что нахождения экстенциональной функции недостаточно, для того чтобы получить ответ на исходный вопрос «какова зависимость переменной y от переменной x ?», точнее, заключительный ответ, если прибегнуть к терминологии, характерной для логической теории вопросов и ответов. Для заключительного ответа тре-

буется не просто знание объекта, а знание о том, что это за объект. Другими словами, нужно утверждение, которое выражается формулой (7): $(\exists x) K_1 (d = x)$.

Когда мы говорим о знании просто объекта, мы имеем в виду знание скорее логического типа объекта, но не самого объекта. Переноса концепцию заключительного ответа на проблему обнаружения закономерностей эмпирического мира, можно сказать, что обладание графиком функции (экстенциональной функции) еще не дает знания о том, какова именно эта функция, т.е. что это за математический объект. Вот что говорит о такой ситуации Дж. Дербишир: «Это только модель функции. ...На самом деле обычно не существует хорошего способа показать функцию во всей ее красе. Иллюстрировать какие-то конкретные свойства функции иногда помогает график, но [часто] он достаточно бесполезен... Математики обычно получают некоторое общее представление о конкретной функции, тесно работая с ней с течение достаточно длительного времени, наблюдая при этом за всеми ее свойствами и особенностями. С помощью таблицы или графика не часто удается охватить функцию в целом» [12].

Знакомство с графиком не является знакомством с функцией. По аналогии с общей формулировкой факта знакомства требуется утверждение следующей формы:

$$K (\forall x) (\exists y / K) (g(x) = y). \quad (13)$$

Подвергая эту формулу еще одной операции «сколемизации», получаем

$$K (\exists f / K) (\forall x) (g(x) = f(x)), \quad (14)$$

которое может быть упрощено до

$$(\exists f) K (g = f). \quad (15)$$

Итак, мы имеем полную аналогию с проблемой идентификации обычных физических объектов. Эта аналогия касается не только одинаковых по форме заключительных условий как ответов на вопросы исследователя. Аналогия, хотя и неполная, распространяется на различные схемы идентификации. Эти две схемы проливают свет на несостоящуюся дихотомию «экстенциональное – интенциональное». Когда мы говорим о графике как экстенциональной функции, мы вовсе не

собираемся сказать, что есть еще и интенциональные функции, познание которых идет за пределы графика. Действительно, как будет утверждаться ниже, существует другое понимание функции, более «аутентичное», но такое понимание связано не с интенциональной природой функции, а с другим способом идентификации. Более точно, два вида функции связаны с двумя способами идентификации.

Возникает интересный вопрос, является ли график функции представлением знания. С одной стороны, получение графика есть получение информации, которая позволяет сделать индуктивные обобщения. С другой стороны, у нас нет такого знания, которое бы позволило применить собственно математику. Дело в том, что информация об экстенциональной функции не есть информация о математической функции. Более точно, дело обстоит следующим образом. Если мы зададим вопрос о том, какова природа некоторого экспериментально исследуемого феномена, то эпистемическая логика потребует ответа, который шел бы вместе с условием заключительности. Этим условием заключительности выступает знание именно математической функции.

При подобного рода интерпретации нами использована прямая аналогия с процедурой, принятой в логике вопросов и ответов. Но насколько эта аналогия оправданна? Другими словами, может ли различие экстенциональной функции и «подлинной» математической функции быть обосновано как часть математической практики или же как норма научной методологии? Следует напомнить, что различие опирается на два фактора. Прежде всего это различие двух методов идентификации, один из которых «отвечает» за экстенциональную функцию, или за график. Другой метод должен отвечать за «подлинную» математическую функцию. Тут есть два тонких момента: само по себе различие двух методов идентификации обосновывается с помощью эпистемической логики, и, кроме того, оно находит применение в очень различных областях, включая даже нейробиологию. Но насколько упомянутая выше аналогия простирается на дедуктивные науки? Ответ на эти сомнения состоит в том, что если знание понимается как информация, тогда при современном понимании информации получение знания связано с исключением альтернатив. Это означает использование семантики возможных миров в качестве частного средства эпистемической логики. В этом состоит привязка к эпистемической логике при рассмотрении проблем представления знания.

Но такая привязка может быть искусственной в том смысле, что в собственно математической практике это различие не имеет места.

Поэтому надо найти убедительные примеры того, что различные методы идентификации объектов сквозь возможные миры отвечают реальной эпистемологической практике в научном исследовании.

Помимо рассмотрения экстенциональной функции в виде графика имеется ряд убедительных иллюстраций таких функций в математической физике. Хинтикка приводит пример провисающей цепи. Примеров такого рода явлений можно наблюдать множество, и угадывание «подлинной» математической функции есть процесс распознавания, что это, собственно, за функция. С точки зрения логики вопросов и ответов такое распознавание состоит в задании условия исключительности, которое и есть ответ на вопрос о том, с какой математической функцией исследователь имеет дело.

Что в данном случае подразумевается под знанием функции? Под этим подразумевается знание ее значения, т.е. знание того, на что она указывает в различных обстоятельствах, или различных возможных мирах. Незаменимость математики и состоит в том, чтобы дать универсальную характеристику сходным явлениям. Таким образом, можно зафиксировать различие между знанием экстенциональной функции и знанием математического закона.

При использовании аналогии возникает вопрос о самой мотивации этой аналогии в применении к математике. Методы идентификации объектов сквозь возможные миры относятся скорее к перцептуальным контекстам. Но если мы при квантификации выражений с эпистемическими операторами вводим сколемовские функции, мировые линии объектов будут представлять мировые линии функций. Ранее отмечалось, что за счет одного из методов идентификации возникает концептуальная часть, которая организует эмпирическую.

Различие двух видов идентификации становится понятным, если рассмотреть проблему «заполнения» графика новыми точками. Если представить себе существо, которое обладает всемогуществом в познавательной сфере, то правомерно будет говорить о том, что это существо сумеет идентифицировать график функции, т.е. увидеть его во всей полноте. Это решает часть проблемы идентификации функции, потому что именно «кусочность» графика не дает возможности понять природу функции. Снова процитируем Дербишира: «Сейчас подходящий момент, чтобы привести график дзета-функции, который продемонстрировал бы все ее свойства в широком интервале значений. К сожалению, это невозможно. Как уже упоминалось, кроме как для простейших функций, обычно нет хорошего и надежного способа показать

функцию во всем ее великолепии. Близкое знакомство с функцией требует времени, терпения и тщательного изучения. Можно, однако, изобразить дзета-функцию по кускам» [13].

Далее Дербишир приводит серию графиков покусочно, и эти куски демонстрируют весьма разнообразное поведение функции для различных интервалов аргумента. Соединение кусков дает некоторое представление о дзета-функции, но насколько можно рассчитывать на когнитивные способности исследователя, пытающегося понять природу дзета-функции, если число таких кусков увеличивается? Конечно, математик имеет другие способы познания функции, но сейчас мы говорим об экстенциональной функции. Всеведущий ум мог бы увидеть все куски-графики и тем самым идентифицировать функцию, которая является при этом экстенциональной функцией. Такой способ идентификации Хинтикка называет перспективным. Но даже этот способ идентификации не обеспечивает полного знакомства с функцией, поскольку требуется такое понимание функции, о котором говорит Дербишир. При подобном понимании имеется знание, что это за функция. Этот способ идентификации Хинтикка называет публичным.

Для понимания ситуации с идентификацией объектов в семантике возможных миров следует рассмотреть операцию квантификации модальных контекстов. Операция квантификации имеет смысл относительно некоторой процедуры индивидуации. Иными словами, квантификация в стандартной логике основывается на вполне определенной концепции индивидов, которая, в свою очередь, есть результат философского деления на индивиды и универсалии. Что касается квантификации модальных объектов, то здесь метод прослеживания уже сам по себе становится методом индивидуации, ведь речь идет о распознавании одного и того же индивида в разных возможных мирах. И если в стандартной логике метод индивидуации находится за пределами собственно логических рассуждений, то в семантике возможных миров способ индивидуации является частью логических рассуждений. Именно это обстоятельство лежит в основе предположения, что познание с необходимостью включает априорные структуры.

В каждом возможном мире существует структурирование на объекты, свойства и отношения, и индивидуальность объекта устанавливается только через сравнение возможных миров друг с другом. Какого рода принципы индивидуации могут быть частью логических рассуждений при квантификации модальных контекстов? Поскольку возможные миры представляют собой возможные варианты хода событий,

нетрудно понять, что подразумеваемые методы индивидуации не слишком отличны от методов индивидуации в физическом пространстве и времени. В самом деле, возможные миры могут рассматриваться в специальном случае временных логик как последовательные во времени состояния дел в реальном мире. Тогда процедура прослеживания индивидов сквозь возможные миры совпадает с процедурой установления тождества физических объектов по ходу времени.

В более общих случаях мы также полагаемся на интуитивно понимаемые процедуры отождествления. Когда мы прослеживаем индивиды сквозь возможные миры, мы неизбежно приходим к некоторой общей части этих миров, которая коренится в действительном мире. Мировые линии возможных индивидов являются продолжением мировых линий индивидов в реальном мире, и, безусловно, непрерывность этих линий гарантирует нам общность процедур индивидуации. Используемые для индивидуации законы природы основываются на закономерностях действительного мира: непрерывности, регулярности, сходстве и т.д. Подобного рода индивидуация называется физической, или дескриптивной. Существует и другой метод индивидуации, который свойствен субъективному процессам восприятия. Пусть некоторый субъект A видит перед собой человека в некоторый момент времени, но он не знает точно, кто именно перед ним. В ходе своих догадок субъект находится в рамках целой серии возможных миров. Эти миры представляют собой возможные положения дел, в которых стоящий перед субъектом A человек должен был бы занимать определенное место. Например, субъект A почти узнал в человеке перед собой своего друга B , но A знает, что B уехал вчера в другой город и не может быть здесь. Но A может предполагать, что возникли обстоятельства, сорвавшие поездку (скажем, не было билетов на транспорт). Кроме того, у субъекта A имеются и другие предположения. Таким образом, субъект A не знает все-таки, кто именно находится перед ним, но строит по этому поводу догадки, каждая из которых совместима с его знанием, и соответствующие альтернативы представляют возможные миры.

Но какой бы человек ни находился перед субъектом A , в любом случае перед ним находится *какой-то человек*, и на вопрос, кого субъект A видит, он ответит вполне определенно: какого-то человека. Налицо индивидуация объекта, но индивидуация не физическая, а перцептуальная. Ведь даже с неизвестным человеком связано множество возможных миров, каждый из которых совместим со знанием, которым обладает субъект A . Особенность данной ситуации заключается в том,

что индивидуация проводится средствами только восприятия, без обращения к более широким, обобщающим способам прослеживания. Это прослеживание гарантируется присутствием объекта восприятия, а разные возможные миры возникают просто из-за неполноты данных восприятия для опознания индивида физическими методами.

Проводимая подобным образом перцептуальная индивидуация не выявляет новый вид объектов. Человек перед субъектом *A* остается обычным индивидом. Все различие состоит не в разных способах указания этого обычного индивида, а в различных способах индивидуации. Другими словами, различие заключается не в объектах восприятия, а в отношениях между возможными положениями дел.

Различные способы идентификации важны с точки зрения дихотомии вообще, поскольку сами по себе методы могут варьировать. Сама идея дихотомии коренится в различии эпистемического статуса идентификации объектов. Одна часть дихотомии связана с эпистемической процедурой, направленной на выявление «объективных» характеристик исследуемых феноменов, а другая часть – со вкладом концептуальной схемы. Первая часть связана с онтологией, которая анализируется научной теорией. А вторая часть связана с выдвинутой Куайном понятием «идеология». Под идеологией понимается определенная часть концептуальной схемы, которую мы обязаны принять для признания теории истиной. Идеология научной теории относится к тому обстоятельству, какой сложности идеи выразимы в этой теории и какова степень отношений и связей объектов теории. Дихотомия «онтология – идеология» проявляется особенно хорошо в вопросе об онтологическом статусе возможных миров.

Но прежде надо понять, что представляет собой концептуальная схема. Понятие «концептуальная схема» связано с кантовской философией, дух которой при исследовании данного вопроса превосходно передан знаменитой метафорой Эддингтона [14]. В метафоре говорится об одиноком рыбаке, ловящем рыбу сетью с ячейками определенных размеров. Естественно, что в его сеть попадают морские создания, которые не меньше определенной величины. Будучи одиноким мыслителем, рыбак задумывается над особенностью своего улова и приходит к вполне обоснованной в данной ситуации мысли, что в море водятся создания, размер которых не меньше определенной величины. Важной составляющей метафоры является то обстоятельство, что у рыбака только одна сеть и он не подозревает, что могут быть другие сети с другими размерами ячеек. Однако если бы он знал о том, что могут

существовать другие сети, он пришел бы к выводу, что закон о размере морских созданий есть не столько объективный закон, сколько закон «сети». Концептуальную схему теории Эддингтон уподобляет сети, и кантианский тезис состоит в том, что в познании объектов внешнего мира вклад концептуальной схемы неотделим от вклада внешних факторов, в частности эмпирического опыта.

Большинство противников признания за возможными мирами статуса реальных сущностей сталкиваются со следующей дилеммой: с одной стороны, при квантификации модальных контекстов возможные миры попадают в разряд значений связанных переменных, и согласно критерию Куайна, их надо признать частью онтологии научной теории. С другой стороны, возможные миры отличны не только от обыденных физических объектов, но и от абстрактных объектов типа множеств, и в этом отношении онтология возможных миров становится труднопостижимой идеей. Выход из этой дилеммы можно найти, перенося часть онтологических обязательств онтологии на идеологию, т.е. на концептуальную схему. При этом возможные миры становятся в значительной мере частью идеологии. При квантификации модальных объектов основная проблема состоит в конструировании индивидуирующих функций, устанавливающих идентичность индивидов в различных возможных мирах. Упомянутое ранее различие перспективной и публичной идентификации принадлежит к той же дихотомии «онтология – идеология».

Может возникнуть сомнение относительно степени, в какой семантика возможных миров может быть полезна в анализе эпистемологической ситуации с распознаванием природных законов. Однако легко убедиться в том, что реальная эпистемологическая процедура такого распознавания состоит в «примеривании» какой-то математической формулы к различным обстоятельствам. Эти обстоятельства выражаются теми самыми графиками, которые фиксируют эмпирические закономерности. И будет вполне обоснованным полагать различные обстоятельства как раз теми возможными мирами, с которыми имеет дело семантика, поскольку это те возможные миры, которые совместимы со знанием познающего субъекта. Так что применение эпистемической логики в качестве инструмента анализа тут является оправданным. Когда имеются различные графики предполагаемого одного явления, требуется идентификация математической функции. Это делается через проведение индивидуирующей функции сквозь возможные миры, и такая идентификация является, в терминологии Хинтикки, публичной, т.е. направленной на подлинный объект познания.

Знание функции, таким образом, состоит в знании того, на что именно она указывает в различных обстоятельствах ее использования. В качестве примеров исторического характера, которые подтвердили бы эту точку зрения, можно привести понимание того, чем являются орбиты планет. Эллипс как математическая функция не был результатом рассмотрения только лишь экспериментальных данных о движении планет. Знание такой функции не является физическим знанием. Если при использовании аналогии с перцептуальной идентификацией мы говорили о знании концептуальном, то здесь мы говорим о знании математическом, которое несводимо к эмпирическому и может быть названо тем, что мы имеем в виду под априорным знанием. Конечно же, на практике такое разделение не просматривается четко, но тогда мы имеем дело с логическим анализом знания. Больше того, математическое знание может увеличить фактическое знание.

Так, Дж. Эрроу и Ф. Типлер в своей книге об антропном принципе рассказывают историю об открытии того, что сейчас называют атомом Бора [15]. Незадолго до появления формулы Бора молодой физик на конференции спросил Бора, можно ли надеяться на скорую разгадку спектра водорода, и Бор ответил отрицательно, ссылаясь на огромную сложность этого спектра. Тогда молодой физик спросил Бора, не применима ли для решения этой проблемы формула Бальмера, что повергло Бора в недоумение, поскольку он не знал об этой формуле. Через полгода появился атом Бора. В данном случае формула Бальмера была типичной экстенциональной функцией, тогда как Бор имел дело с подлинной математической зависимостью. Действительно, теория Бора содержит точные математические формулы, которые позволили получить весьма близкие к экспериментальным данным результаты.

Таким образом, априорное знание, необходимое в экспериментальной науке, есть знание, кодифицированное условиями заключительности, и оно состоит в этом случае из знания математических функций.

Сама по себе математическая функция не может существовать вне корпуса математики, и поэтому математика может считаться незаменимой в экспериментальных исследованиях. Экспериментаторы не могут получить знание подлинных закономерностей исходя из знания экстенциональных функций. С логической точки зрения математика входит в экспериментальное исследование, обеспечивая условия заключительности исходного экспериментального вопроса. Именно в этом смысле математика есть представление знания. Если такой анализ верен,

он проливает новый свет на роль дедукции. В классической модели, которую повсеместно принимали философы науки, дедукция обеспечивает связи между утверждениями, фиксирующими экспериментальные факты. Но как мы видели, априорные структуры вступают в дело уже на уровне формирования ответов на экспериментальные вопросы.

Эпистемическая логика начинается с утверждений о знании относительно утверждения или объекта. До сих пор мы обсуждали, в каком смысле можно иметь подлинное знание математической функции. Сама по себе формулировка функции как продукта публичной идентификации (в логическом смысле) достаточна для логика, который принимает эпистемическую логику в качестве инструмента концептуального анализа, но она может быть недостаточна для специалистов в области практической математики или экспериментаторов. Действительно, даже если не касаться психологических аспектов, возникает вопрос: что значит знать функцию? Почти непосредственный ответ состоит в обращении к феномену Рамануджана, который «знал» натуральные числа непосредственно [16]. Другой вариант ответа состоит в обращении к идее Геделя об интуиции математика как аналоге чувственного восприятия объекта; математическая интуиция выступает как средство прямого получения знания о математическом объекте. Более «резвый» ответ состоит в требовании вычислимости функции как критерия знания функции [17]. С другой стороны, концепция знания-знакомства является достаточно широкой, чтобы включить в себя обобщение на случай математических объектов. Пока вопрос о точном понимании того, что значит знать функцию, остается открытым, хотя эпистемическая логика является одним из самых перспективных направлений в исследовании этого вопроса.

С точки зрения эпистемической логики поиск закономерностей природы разумно разделить на два шага. Во-первых, это поиск экстенциональных функций, т.е. нахождение графиков, их улучшение, уточнение и т.д. Во-вторых, это переход к идентификации функции, так чтобы экстенциональная функция предстала как одна из семейства известных функций. Естественно, что это только логическое деление, поскольку на практике оба процесса идентификации могут происходить одновременно, переплетаясь друг с другом.

Знаменитый пример с функцией Дирака может иллюстрацией примером такого переплетения. Собственно, экстенциональная функция в данном случае полностью совпадает с интенциональной, поскольку функция определена интегралом, и только ради иллюстрации дается и

экстенциональный вариант в виде очень узкого колокола. Еще раз следует подчеркнуть, что разделение двух упомянутых выше процессов есть продукт логико-эпистемологического анализа, который позволяет выделить в практике когнитивной деятельности ее основные элементы.

Примечания

1. См.: *Davis H.S., Szolovits P.* What is knowledge representation? // *AI Magazine*. – 1993. – V. 14, No. 1. – P. 17–33.
2. См.: *Целищев В.В.* Логическая истина и эмпиризм. – М.: URSS, 2010.
3. *Hintikka J.* The semantics of modal notions and the indeterminacy of ontology // *Semantics of Natural Languages*. – Dordrecht: D. Reidel, 1972. – P. 400.
4. См.: *Целищев В.В.* Понятие объекта в модальной логике. – М.: URSS, 2009.
5. Там же.
6. См.: *Hintikka J.* Socratic epistemology. – Oxford Univ. Press, 2008.
7. См.: *Айер А.Дж.* Язык, истина, логика. – М.: Канон, 2010.
8. *Hacking I.* What mathematics has done to some and only some philosophers // *Mathematics and Necessity* / Ed. T. Smiley. – Oxford Univ. Press, 2000. – P. 114.
9. *Ibid.* – P. 107.
10. См.: *Galison P.* Image and logic: a material culture of microphysics. – Chicago Univ. Press, 1997.
11. *Hacking I.* What mathematics has done to some and only some philosophers. – P. 99–100.
12. *Дербишир Дж.* Простая одержимость. – М., 2010. – С. 60–61.
13. Там же. – С. 176.
14. См.: *Eddington A.S.* The nature of the physical world. – N.Y., 1928.
15. См.: *Barrow J., Tipler F.* Anthropic cosmological principle. – Oxford Univ. Press, 1997.
16. См.: *Харду Л.* Апология. – М.: URSS, 2002.
17. См.: *Целищев В.В.* Тезис Черча. – Новосибирск: Параллель, 2008.

Дата поступления 20.01.2010

Институт философии и права
СО РАН, г. Новосибирск
director@philosophy.nsc.ru

***Tselishchev, V.V. and A.V. Chlebalin.* Presentation of knowledge as a problem of epistemology of theoretical constructions**

The paper proves the thesis that a priori knowledge essential in experimental science is the knowledge of mathematical functions. In the aspect of epistemic logic, a search for regularities in this science consists in a search for extensional functions and the following turn to identification of a function.

Keywords: knowledge, epistemology, logic, function, computability