

Гулай А. В., Тесля А. И.

## МУЛЬТИМОДЕЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В МНОГОМЕРНОЙ СТРУКТУРЕ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ

Развитие новейших тенденций в научном познании накладывает определенный отпечаток на логическое представление структуры познавательного процесса. Достаточно высокий методологический уровень такой познавательной процедуры как компьютерное моделирование требует внесения его в логическую структуру познания в качестве отдельного, самостоятельного компонента процесса приобретения знаний [1]. Речь идет не только о введении процедур анализа компьютерных моделей в схему инновационных практик, но и об установлении роли и значения компьютерного моделирования в теоретических построениях, определении его места в процессе создания новых теорий в многомерной структуре знания.

В ряду методологических принципов создания компьютерных систем инновационного поиска выделено понятие симметрии как основание анализа закономерностей развития современного научного знания. При этом достаточно четкое трактование симметричных соотношений между логическими процедурами познания достигается при анализе симметрии ретроспективного и прогностического моделирования относительно момента исследования (момента «теперь»). По результатам моделирования выполняется описание и производится объяснение с привлечением теории, воплощенной в использованной модели.

Для определения места компьютерного моделирования в структуре научного познания обратимся к представлениям о двухмерном времени, которые впервые были введены в философии М. Хейдеггера [2]. В двухмерном отображении времени одной осью координат служит субъективное время, а другой - общественно-историческое время. В субъективном времени возникают обычные человеческие представления о прошлом, настоящем и будущем, а общественно-историческое время отмечено сменой эпох, укладов, формаций. При этом все точки на оси субъективного времени соотносятся с определенными моментами общественно-исторического времени, а различным стадиям исторического процесса соответствует разное индивидуальное восприятие времени.

В анализе проблемы построения логической схемы познавательной ситуации речь идет не о практике общественного человека в общем смысле, а о конкретной форме деятельности - научной. Поэтому в качестве аналога общественно-исторического времени в случае научной деятельности рассматривается научно-историческое время [3]. На его координатную ось «наносятся» результаты научных объяснений, то есть в этом времени протекают эволюционные процессы развития знания, совершаются переходы от одной теории к другой. В нем упорядочиваются факты, имеющие историко-научную ценность и значимость, те описания, которые приводят к объяснениям, сопровождающимся углублением научного знания.

При введении указанных временных координат анализируется восприятие мира не конкретным человеком «своего определенного времени», а «условным (виртуальным) исследователем», поэтому аналогом субъективного времени при рассмотрении процедур познания служит так называемое исследовательское время. Каждый период научно-исторического времени соответствует своему переживанию событий исследователем, то есть соотносится с конкретными точками исследовательского времени. Разумеется, научно-историческое время определенным образом структурировано и характеризуется изменением господствующих научных представлений о мире, последовательной сменой научных эпох [4].

Следует отметить, что осмысление многомерного представления о мире, то есть представления в рамках разных познавательных практик, требует введения многомерного научно-исторического времени. Особое восприятие и понимание мира, формируемое в пределах каждого из многочисленных когнитивных направлений, отмечается соответствующей координатной осью исторического времени. Последняя переориентирует ось научно-исторического времени, тем самым характеризуя модификацию представлений исследователя о тех или иных событиях и явлениях.

Вышеизложенное можно пояснить с помощью графического изображения взаимно ортогональных координат научно-исторического  $t$  и исследовательского  $t$  времени (рис. 1). В зависимости от результатов введения знаний определенных когнитивных областей в исследовательский процесс формируются дополнительные координатные оси исторического времени. Результирующая времешта ось  $i$  представляет собой векторную сумму первоначальной оси научно-исторического времени/ и тех или иных векторов времени, соответствующих определенным когнитивным направлениям. В итоге, структура логических процедур научного поиска перемещается из плоскости  $x-t$  в плоскость  $x-t$ . Здесь вполне уместно вести речь о многомерности научно-исторического времени как об одном из его основных свойств, проявляющихся в исследовательском движении, в том числе в процедурах компьютерного моделирования.



Рис. 1. Компьютерное моделирование как компонент многомерной структуры научного познания.

В соответствии с задачей нашего исследования метод компьютерного моделирования вводится в симметричную схему соотношения логических процедур познания (предсказания, ретросказания и описания, объяснения). В этой схеме  $E_1, E_2$  - сведения о некоторых событиях  $E$ , полученные в результате, соответственно, ретросказания и предсказания;  $T_1$  - существующая теория, в рамках которой совершается ретросказание или предсказание;  $T_2$  — новая теория, обеспечивающая достоверное объяснение событий. На оси научно-исторического времени располагается также процедура компьютерного моделирования  $M$ , основанная на теоретических представлениях  $G_2$  и являющаяся воплощением данной теории. Стрелками, направленными от  $G_1$  и  $M$  к  $E_1, E_2$ , обозначены отношения логического вывода. Вывод посредством теории  $T_1$  и на основе моделирования  $M$  положений  $E_1$ , а также вывод посредством  $T_1$  и  $M$  положений  $E_2$  представляет собой соответственно ретросказание и предсказание, причем вывод при построении модели  $M$  служит адекватным объяснением. Здесь  $\Delta x$  - длительность процесса компьютерного моделирования, который располагается на оси исследовательского времени.

Современная идея моделирования, подсказанная математической логикой, заключается в том, чтобы рассматривать модели как воплощения формальных теорий. При изучении природного или социального явления (объекта) существует теоретическая концепция этого объекта, и сам он рассматривается как представитель класса объектов, для которых справедлива эта концепция. В процессе моделирования проводится сопоставление объекта не только с математически подобным ему объектом - моделью, но и с теоретической концепцией, а также с другими объектами, соответствующими этой концепции. В настоящее время введено достаточно строгое понятие модели в том смысле, в каком оно употребляется в математической логике, а также установлено соотношение между моделью и теорией [5]. В математике модель - это некоторое множество с заданным на нем набором отношений. В эмпирических и технических науках рассматривается специальный класс моделей, в которых на исходном множестве заданы некоторые числовые функции, а отношения выражаются через значения этих функций.

Содержательно понятие теории, воплощением которой является модель, выражает некоторое качество, присущее определенному классу моделей. Таким образом, с учетом вышеизложенного представляется, что теория - это набор отношений и свойств этих отношений, а реализующая ее модель - множество, на котором заданы соответствующие отношения и реализованы требуемые свойства [5]. Роль моделей играют как реально существующие в природе, так и создаваемые искусственно (например, с помощью компьютерной техники) объекты, а также некоторые абстрактные множества с отношениями. Изложенные соображения подходят не только для анализа статических ситуаций, но могут быть развиты и для описания динамических систем (процессов), которые представляются как множества состояний элементов изучаемого объекта. При этом отношения

определяются как между одновременными состояниями, так и между состояниями в смежные моменты времени. С этой точки зрения интерпретируются, в частности, процедуры ретроспективного и прогностического моделирования.

- Использование философско-методологического подхода к рассмотрению методов ретроспективного и прогностического моделирования как равноправных элементов системы научного знания связано с осмыслением категорий прошлого, настоящего и будущего в пространстве формируемых моделей [6]. Анализ процедуры Моделирования показывает, что между прошлым, настоящим и будущим в процессе развития знания не может быть никаких принципиальных разрывов - они рассматриваются как тесно взаимосвязанные этапы. В данном случае применим системный принцип целостности: единая, целостная трактовка изучаемого объекта требует системного учета его прошлого, настоящего и будущего в их сложной взаимосвязи. При этом настоящее понимается не как кратчайший миг в истории моделируемого объекта, не как точка на оси времени, но скорее как некая временная протяженность, включающая в себя явные следы прошлого, а также фрагменты предвидимого будущего.

Значимым этапом компьютерного моделирования является системно-качественный анализ изучаемого объекта как сложной системы [7]. Такая система характеризуется неоднородностью структуры, мультиразмерностью элементов, неопределенностью состояний, множественностью связей, сложностью формализации. Задача усложняется также тем, что исходная информация об изучаемом объекте может содержать включения в виде неформализуемых предпосылок и концептуальных элементов. При системном анализе сложной системы проводится упорядочение исходной информации, выделение существенных параметров системы, которое происходит в соответствии с ценностно-целевыми установками исследователя и его творческими способностями.

Выделяется обоснованный критерий, с использованием которого выполняется декомпозиция системы, то есть вычлняются имманентно присущие ей элементы и способы их связи. Методы декомпозиции основаны на разложении исходной системы на подсистемы, для каждой из которых решается подзадача моделирования меньшей размерности. Поскольку подсистемы взаимосвязаны, то общее решение, как правило, невозможно получить путем изолированного решения таких подзадач. В результате формируется система, имеющая иерархическую структуру, а отсутствие единой модели сложного объекта исследования определяет необходимость мультимодельного подхода. Большое значение для реализации системного компьютерного моделирования приобретают вопросы определения структуры системной модели, то есть установления критериев выделения системы в объекте и определения системообразующих факторов,

При использовании мультимодельного подхода процедура синтеза моделей должна удовлетворять таким специфическим требованиям как непротиворечивость (в смысле формальной логики) различных моделей, которые строятся для изучаемого объекта. Данное требование означает определенную совмести-

мость таких моделей друг с другом, то есть наличие моментов общности. Языки моделей, относящиеся к одному} и том} же объекту и соизмеримые с его языком, должны так или иначе соизмеряться и друг с другом (рис. 2). Эта соизмеримость языков моделирования означает, что существуют определенные инвариантные переходы от одной модели к другой.

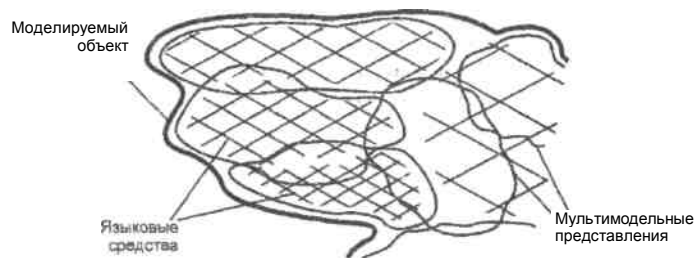


Рис. 2. Мультимодельные представления в логической структуре научного познания.

Говоря о языковых средствах описания моделей, выделяют следующие аспекты: логическую структуру, концептуальный аппарат, семиотические средства, формализованные языки [8]. Логическая структура языка модели - это выбор логического кода, который более всего отвечает особенностям моделируемого объекта и с помощью которого записывается содержательная составляющая модели. Разумеется, законы логики непосредственно не выводятся из предметного мира, - они характеризуют общую структуру мышления. Но эта структура определяется в конечном счете предметным миром, в котором исследователь действует и отражением которого является создаваемая модель.

Дальнейшие шаги на пути синтеза модели связаны с выбором концептуальных средств, то есть понятийного аппарата и отношений между соответствующими понятиями, которые способны адекватно отобразить содержательный аспект моделируемого объекта. Эффективное развитие научных знаний возможно при рациональном обобщении категориального аппарата на объекты разной природы, при генерализации понятий на смежные, качественно различающиеся области. Так, новой ступенью в развитии знания является кибернетическое отождествление человека и машины, сопоставление информационных возможностей человеческого мозга и компьютера.

Следующий аспект языка моделей - семиотический; здесь имеются в виду знаковые средства, с помощью которых фиксируется искомая модель. Это могут быть словесные и иные знаки и символы, в которых находит выражение концептуальная, содержательная часть модели. Например, математические

символы, чертежи и графики, специальные знаковые системы: нотное письмо, топографические знаки. Универсальным кодом, на котором может быть записана любая модель, является языковая код. Класс естественных языков имеет инвариантную основу, так что исходная языковая модель может быть в принципе перекодирована на любой другой язык без существенной потери информации.

Возможность использования формализованных языков (прежде всего языка математики и математической логики) в процессе синтеза моделей также является одним из аспектов языка моделей. Математика дает исследователю развитый и мощный формализованный аппарат для эффективного отображения объектов, вообще говоря, любой природы. Однако, при всей своей основательности математический язык является предельно абстрактным, и анализ математической модели представляет собой продуктивный метод исследования лишь тогда, когда ей дана адекватная физическая интерпретация.

#### Литература:

1. Гулай А. В., Тесля А. И. Метод компьютерного моделирования в логической структуре научного познания / Вышэйшая школа. - 2012. - №2. - С. 17-21.
2. Гайденко П. П. Проблема времени в онтологии М. Хейдеггера / Вопросы философии. - 1965. - №12. - С. 109-120.
3. Печенкин А. А. Симметрия и структура познания / В кн.: Принцип симметрии. - М.: Наука, 1978. - С. 89-121.
4. Крымский С. Б. Научное знание и принципы его трансформации / Киев: Наукова думка, 1974. - 208 с.
5. Шрейдер Ю. А., Шаров А. А. Системы и модели / М.: Радио и связь, 1982. - 152 с.
6. Капура А. В. Методологические особенности прогностического моделирования / В кн.: Философско-методологические основания системных исследований. - М.: Наука, 1983. - С. 198-221.
7. Новик И. Б. и др. Логика научного познания и метод моделирования / В кн.: Философско-методологические основания системных исследований. - М.: Наука, 1983. - С. 156-179.
8. Растринин Л. А., Марков В. А. Кибернетические модели познания. Вопросы методологии / Рига: Зинатне, 1976. - 267 с.