



Общие вопросы истории и философии науки

ПОЛНОТА: МЕТАТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ АСПЕКТЫ

В.И. Разумов, В.П. Сизиков

Перспективным направлением для философии и методологии науки становится обсуждение современных проблем моделирования сложных систем. Мало изученной и в науке, и в философии оказывается тема полноты, освоение которой требует синтетического подхода, предусматривающего интеграцию философии, математики, физики. С использованием теории динамических информационных систем (ТДИС) построена категориальная схема системной полноты как основа для соответствующей теории полноты. Демонстрируются преимущества познавательных технологий, формируемых на базе ТДИС (ДИС-технология) и позволяющих развивать новые подходы к имитационному моделированию. Обсуждаются возможности для сопряжения смылосодержательного и формально-математического, метатеоретического и теоретического.

Ключевые слова: методология, моделирование, полнота теории

В чем мы нуждаемся теперь – это лучшие модели, а не лучшие компьютеры.

Д. Штайффер [1]

Введение

Тема полноты приобретает все большую актуальность по мере того, как увеличивается не только общий объем знания, но и доступность для исследователя разнообразной информации. В данном аспекте полнота представляет метатеоретический интерес, поскольку одним из критериев оценки научной работы должно быть установление ее соотношений, во-первых, с реализованным здесь потенциалом субъекта, во-вторых, с ин-

формацией, заключенной в объекте (ОБ), и, в-третьих, со всем имеющимся знанием по данной тематике. Категория (КТ) полноты позволяет для каждого конкретного исследования зафиксировать меру достижения синтеза на внешнем и внутреннем уровнях, за счет чего пополняется метаязык современной методологии. По мере развертывания метатеоретического подхода к полноте уместно ставить вопрос о формировании в методологии теории полноты. Такая теория не только содействует развитию метатеоретического знания в целом, но и обладает инструментальным характером. Можно предположить, что даже трудности обчета систем на компьютерах во многом проистекают из неполноты, по сути, неадекватности описания таких систем.

Научная база для обсуждения темы полноты формировалась еще К. Геделем. Но этот подход ограничен в своем применении областью формальной арифметики [1], причем анализируемой в рамках определенной языковой системы «Геделево множество» [2]. В данной статье обратимся к теме полноты, ориентируясь на следующие обстоятельства.

1. Развитие цивилизации и интеллектуальной культуры в XXI в. демонстрирует не только продолжающееся ускорение роста количества и качества информации, но и усиление дефицита способностей интеллекта к работе с информацией, в частности к переработке ее в знания.

2. Уплотнение информационных процессов актуализирует альтернативность (полисценарность) как критерий всякого исследования. Эти задачи активно обсуждаются в синергетике [3], но знаниевые процессы существенно динамичнее энергомассопереносов в неравновесных средах, а кроме того, от качества знаниевых процессов зависит и результат любого познания.

3. Включение фундаментальной науки в инновационные циклы предусматривает междисциплинарный характер разработки [4].

Перечисленные обстоятельства позволяют поставить вопрос о полноте с учетом требований к изучению любого ОБ, где проявляются избытки информации, полисценарность, междисциплинарность. В современных условиях тема полноты расширяется на области инновационных разработок, интегрирующих фундаментальные, прикладные, проектные аспекты исследования.

Со второй половины XX в. на роль ведущей организационной единицы научного знания выдвигается теория [5]. В развитии теоретического познания в целом уместно выделить два этапа. На первом осуществ-

ляется создание теорий об ОБ реальности. На втором этапе часть теорий, уже образованных на первом этапе, сами становятся ОБ теоретизации. В отношении структуры теоретического знания можно говорить о различии в нем двух слоев: теоретического и метатеоретического. Возникает вопрос об инструментальном значении метатеорий, об их потенциале для включения в конкретные исследования. Попробуем ответить на этот вопрос на примере осмысления полноты в метатеоретическом и инструментальном аспектах. Сразу определимся с тем, что будет рассматриваться не любая, а системная полнота, поскольку именно она способна удовлетворять требованиям информационной избыточности, полидисциплинарности, междисциплинарности.

В качестве примеров, отвечающих перечисленным критериям, уместно указать на исследования в области искусственных иммунных систем [6] и биогеронтологии [7]. Заметим, что при расширении темы иммунитета до задач искусственного интеллекта мы сталкиваемся с тем, что за основу для моделирования берутся преимущественно разработанные в медико-биологических науках модели и гипотезы иммунитета живых организмов. А в этой области сложилась ситуация «конкуренции теорий»; обзор результатов показывает как неполноту отдельных подходов, так и отсутствие оснований для концептуальных обобщений [8]. Игнорирование критерия полноты для моделей искусственных иммунных систем окажется уже в среднесрочной перспективе затруднением для развития этой высокоперспективной тематики.

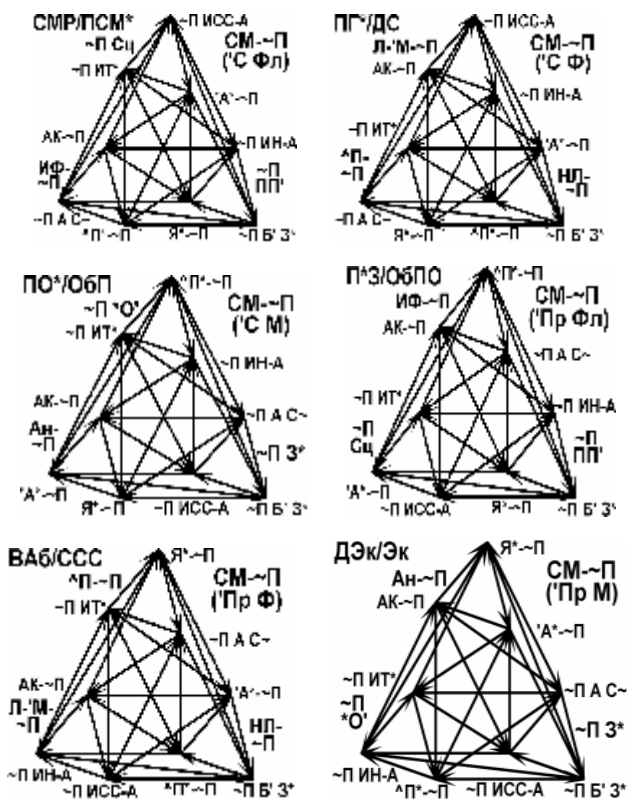
Все более важной функцией моделей становится прогнозирование, а его результаты в большом числе случаев серьезно влияют на процессы в обществе. В 80-е годы XX в. ряд ученых прогнозировали истончение озоносферы Земли с угрозами для биоты и человечества. Власть и бизнес затрачивали значительные средства на создание бесфреоновых производств, сокращение выбросов производствами озоноразрушающих газов. Ограниченность привлеченных для прогнозов моделей, игнорирование иных позиций (концепции дегазации Земли [9]) привели к неадекватному расходованию ресурсов. В настоящее время имеет смысл обратить внимание на начало противостояния моделей двух классов: в одних прогнозируется потепление климата под действием антропогенных факторов, в других, напротив, обосновывается существенное похолодание планеты, вызванное конвекционными процессами внутри Солнца [10]. Ориентация человечества на тот или иной прогноз потребует серьезных изменений в производстве, распределении, потребле-

нии ресурсов. Причем характер социально-экономических трансформаций будет зависеть от принятого за истину класса моделей. Есть основания утверждать, что по отношению к двум приведенным примерам речь следует вести о принципиальной неполноте используемых моделей.

Системная полнота и ее развертывание в категориальных схемах на базе ТДИС

Вопрос о полноте систем знания как категориальных систем уже поднимался в теории динамических информационных систем (ДИС, ТДИС), а в одной из наших предыдущих работ [11] с применением инструментального аппарата ТДИС были приведены расчеты для категориальных схем (КС) разного уровня сложности, позволяющие определять количество КТ и их комбинаций. Обсуждение темы полноты актуализируется в связи с нарастанием противоречия между проектной деятельностью, которая все больше приобретает междисциплинарный характер, и наукой, которая отличается дисциплинарным развитием и в которой междисциплинарные исследования – не правило, а исключения. Есть основания утверждать, что задачи развития методологии целесообразно сориентировать на проработку метатеоретического знания, с помощью которого научные исследования смогут перейти в формат междисциплинарных. Такая работа может быть выполнена при условии парадигмального сдвига науки в направлении от анализа к синтезу. Фундаментальной основой для синтеза выступает интеграция математики, физики и философии, которые взяты в аспектах становления и приложения [12]. Установка на синтез является стратегической для всякого междисциплинарного исследования, а уровень ее реализации зависит от полноты данного исследования. Первоначально полнота может быть определена как мера приближения описания ОБ к такому объему знаний об этом ОБ, который необходим и достаточен в рамках заданной проблемы, и формулируем на базе полноты задачам.

С использованием инструментария ТДИС построим КС-9 КТ системной полноты (см. рисунок). На первом шаге и применительно к полю становления философии КТ системной полноты дешифруется в триаду КТ, а каждая из КТ полученной триады также дешифруется в триаду КТ. В итоге получаем КС-9 из триад КТ: полнота предпосылок (полнота базы знания, языковая полнота, полнота инструментального аппарата); ин-



Базовые мутации КС-9 системной полноты (СМ--П)

Обозначения: базовые мутации триады: ВАБ – воплощение абстрактного, ДЭк – доступ к эксперименту, ПГ* – проверка гипотезы, П*З – понимание закономерностей, ПО* – понимание опыта, СМР – саморазвитие; базовые типы организации психики: ДС – давление страха, ОБП – обучение подражанием, ОБПО – обучение практическим освоением, ПСМ* – подключение к саморазвитию мироздания, ССС – созидание средств страхования, Эк – эксперимент; базовые аспекты становления исследования: Пр – приложение, 'СМ – становление математики, 'СФ – становление физики, 'СФл – становление философии

А – аппарат; 'А* – алфавитный; АК – аксиоматический; Ая – аналитический; Б' – база; З* – знание; ИН – инструментальный; ИСС – исследовательский; ИТ* – интерпретация; ИФ – информационный; Л'М – логико-методологический; НЛ – номологический; *О' – опыт; ^П – проектный; ^П* – предметный; ПП' – предпосылка; С~ – синтез; Сц – сценарий; Я* – языковой

формационная полнота (предметная полнота, полнота аппарата синтеза, аксиоматическая полнота); полнота сценариев (алфавитная полнота, полнота интерпретаций, полнота исследовательского аппарата). Достижение требования системной полноты предусматривает предикации, для каждой из девяти КТ, соответствующей КС-9.

Смысловое поле становления философии на приведенном здесь рисунке выражает прежде всего онтологические смыслы и содержания, относительно которых в исследовании вводятся понятия и КТ. Процессы, преобразования с их инструментальными выражениями сосредоточиваются в смысловом поле становления физики. Для перехода к соответствующей КС-9 на рисунке требуется осуществить процедуры мутаций (перестановок) триад КТ. Процедуры мутаций, выполняемые автоматически, заключают эвристический механизм, поскольку новые комбинации КТ в триадах нуждаются в новых именах.

Итак, в смысловом поле становления физики получаем следующие триады КТ: номологическая полнота (полнота базы знания, предметная полнота, алфавитная полнота); проектная полнота (языковая полнота, полнота аппарата синтеза, полнота интерпретаций); логико-методологическая полнота (полнота инструментального аппарата, аксиоматическая полнота, полнота исследовательского аппарата).

В смысловом поле становления математики акцент делается на аналитический аппарат, операциональность. Здесь мутации автоматически дали следующие триады КТ: полнота знания (полнота базы знания, полнота исследовательского аппарата, полнота аппарата синтеза); аналитическая полнота (языковая полнота, алфавитная полнота, аксиоматическая полнота); полнота опыта (полнота инструментального аппарата, полнота интерпретаций, предметная полнота).

Относительно трех КС-9 – соответственно становления философии, физики, математики были сформированы три КС-9 – соответственно приложения философии, физики, математики. Если, говоря образно, перестановки КТ в пределах триад любой из КС-9 можно соотносить с переменными на микроуровне, то перестановки самих триад уместно соотносить с изменениями на макро-уровне. Поэтому тройки смысловых полей становления и приложения позволяют рассматривать смысло-содержательную динамику КС на макроуровне.

С Пифагора и Платона в интеллектуальной культуре начинается линия, когда рассуждения получают геометрическую интерпретацию. К сожалению, стандарты философствования, сформированные в немецкой классической философии, практически исключили из

технологий мышления визуализацию, геометризацию рассуждений. Так новоевропейская философская традиция невольно усилила тенденцию интеллектуальной культуры к линейаризации. В результате, хотя многие ученые осознают ограниченность линейаризации в мышлении, письме, речи, выражающуюся, в частности, в субъект-предикатной структуре высказываний, и то, что на уровне психофизиологии это соответствует игнорированию интеллектуального потенциала правого полушария головного мозга, серьезного обращения к восстановлению в логике и методологии приемов геометризации рассуждений не происходит.

Снова обратимся к КС-9 на рисунке как к орграфу, вершинами которого являются КТ, а ребра двух типов – ведущие и контролирующие фиксируют связи КТ. В простейшем варианте КС-9 представляет собой генератор рассуждений, позволяя, например, осуществлять движение мысли от любой из вершин-КТ к любой другой, образуя в каждом конкретном случае определенную цепочку мысли. Однако при таком подходе проблема полноты будет решаться двумя противоположными способами. Первый – интуитивное предпочтение одного из способов обхода вершин-КТ всем остальным. В этом случае полнота учитывается только потенциально, актуализируется только конкретное предпочтение. Второй способ предполагает выявление всех возможных вариантов обхода вершин. В таком случае смылосодержательная специфика конкретной КС-9 теряется, перед нами только особый орграф. ТДИС, по существу, разрабатывает «третий путь», решая задачу согласования формально-математического и смылосодержательного планов исследования и реализуя автоматизацию рассуждений.

Для этого развиты представления о классе информационных ОБ – ДИС, к которым относятся и рассматриваемые здесь КС. Это позволяет выявить для КС класса ДИС не все комбинации вершин-КТ, но только те, которые отвечают требованию онтологической осмысленности, а это прежде всего триады КТ. Поэтому кроме описанных выше для каждой из КС-9 триад предусматривается по разработанным правилам выделение топ-триад [13]; с их помощью выявляются дополнительные смыслы, порождаемые новыми комбинациями КТ. Для примера возьмем из смыслового поля КС-9 топ-триаду «приложение философии»: полнота инструментального аппарата, аксиоматическая полнота, полнота аппарата синтеза. Всего с учетом топ-триад полная группа мутаций составляет 36 элементов, из них 18 имеют собственные имена. В КС-9 на приведенном выше рисунке поименованы девять триад. Ос-

тальные онтологически осмысленные триады будут получать имена в ходе развертывания модели.

Если принять во внимание, что КТ образуют только «каркас» для теории, то с учетом предусмотренных для КС-9 комбинаций геометрическая конструкция на рисунке оказывается базой для написания дополняющего ее текста. Вместе с тем и изображение – гипертекст, и линейризованный текст обладают самостоятельным значением, как, например, географическая карта и ее описание. Вследствие этого возникает иллюзия об адекватной замене одного другим, а за этим следует привычка элиминировать «лишний» компонент, причем в современной интеллектуальной традиции это чаще всего изображение. Предпринятый подход позволяет провести границу между КТ и понятиями. КТ – компоненты познания, не только выражающие существенное в природе вещей, а также выступающие концентраторами знания, – КТ, объединенные в КС, выполняют функцию управления мышлением в познании; когда теория (концепция) построена, КТ образуют ее инфраструктуру.

В настоящей работе обсуждается КС-9, следующая ее дешифровка даст КС-27 – и так далее. Число онтологически осмысленных комбинаций КТ в триады для КС-27 таково, что для именованя всех таких триад не хватит слов естественного (национального) языка (в английском, немецком, русском языках насчитывается соответственно 400, 250, 150 тыс. слов) [14]. Фактически возможно получение карты знания, включающей все известные термины. ТДИС предусматривает достижение качества полноты для любого исследования, но в решении всякой конкретной задачи с необходимостью ставятся ограничения на детализацию в аспектах глубины дешифровок (КС-9, КС-27, ..., КС-3^N, ...), а также на учет мутаций. Различение КТ и понятий актуально до уровня КС-9 включительно, это может еще иметь смысл для КС-27, КС-81, но уже без проведения мутаций. То есть в динамическом аспекте ведущим предназначением КТ и КС является управление познавательным процессом. ТДИС позволяет использовать имеющиеся инструменты управления познанием, в том числе учитывать требования полноты для всякой задачи познания.

К пониманию полноты в русле развития имитационного моделирования

Вычислительные эксперименты и имитационное моделирование на компьютерах открывают стратегические возможности для автоматизации рассуждений. При этом сами по себе новые технические инструмен-

ты не избавляют от имеющихся недостатков моделирования. В этой статье обратим внимание только на слабости моделирования, связанные с требованиями полноты. Реализацию имитационного моделирования можно компактно выразить в триаде: модель, алгоритм, программа [15]. Но любая модель только на завершающей стадии становится математической, а первоначально среди этапов моделирования выделяют, например, такие: анализ проблемного пространства, формулировка предмодели, концептуальная модель [16]. Если принять подразделение моделей на две группы – модели данных и модели систем, то доматематические процедуры моделирования имеют принципиальное значение для второй группы, где важно описание природы ОБ.

На базе ТДИС разворачивается один из подходов к имитационному моделированию. Его кардинальной характеристикой является то, что имитационная модель представляет собой не просто усовершенствованные модели до того уровня, чтобы реализовать на ней вычислительный эксперимент, – имитационная модель на базе ТДИС имеет в своей основе ДИС определенного типа, а также сама процедура построения такой модели разворачивается в формате ДИС-технологии [17]. Имитация приобретает субстанциальную осмысленность, поскольку она реализуется на базе информационных ОБ класса ДИС. Тем самым намечается возможность преодолеть «разрыв» между физической природой реальности и ее математической природой за счет проработки реальности информационной. В качестве следствия решения задач синтеза систем ТДИС предусматривает и выполнение требования полноты моделей. Это решается уже посредством того, что базовым компонентом ДИС выступает триада. Общий конструктивный принцип для любой глубины дешифровок и предусмотренных мутаций позволяет рассматривать саму модель ДИС как фрактальную сеть, что приближает ее к физическому устройству ОБ, а также к адекватным математическим инструментам. Имитационный характер придается модели уже спецификой ДИС – орграфа с заданным на нем процессом информационного функционирования (ПИФ). С учетом проведенных исследований ТДИС способна выполнять роль метатеоретической оболочки (базы) для прикладных теорий. Если представить ДИС на приведенном выше рисунке в ранге своеобразной когнитивной оболочки, то возможно начало конструирования модели по уже составленному в ТДИС алгоритму. Всякая ДИС представляет собой информационный организм, его структурно-функциональные характеристики заданы математически, и он доступен для имитации физических процессов практически для любого ОБ.

Полнота в русле ТДИС обеспечивается степенью приближения любой имитационной модели ОБ к ее представлению в формате ДИС, где задаются смыслодержательные характеристики ОБ. Так можно осуществить верификацию модели (поверить соответствие концепции компьютерной программе), используя построенный алгоритм. А процедура оценки имитационной модели, называемая валидацией (проверка адекватности свойств модели поведению ОБ), требует вычислительного эксперимента. Для конкретизации рассуждений укажем на примеры имитационных моделей на основе ДИС-технологии.

Что такое система? Что такое имитационная модель? Как надо понимать экспертную систему? Как избежать подмены одних сущностей другими? Надо признать, что этим и им подобным моментам не уделяется должного внимания. Как следствие, хаос либо вообще стал ключевым понятием во многих предметных областях и их теоретических построениях, либо же он стал характерен для самих организационных программ в предметных областях при отсутствии надежного выбора путей для теоретических и практических действий.

Проработка информационных основ синтеза систем [18] на базе ТДИС [19] позволила взять на учет отмеченные моменты. Заложены основы объективного системного анализа. Достигнута определенность относительно природы и автоматического воплощения имитации. Сформирован аппарат математического моделирования в виде ДИС-технологии для осуществления имитаций. Причем этому аппарату внутренне присущи качества языка программирования субъектного уровня, ДИС-технологии можно одновременно отождествлять с этим языком.

Прежде всего, найден формальный, математический ОБ, именуемый генетически обусловленной структурой (ГО-СТ) [20], который является эквивалентом понятия системы. Далее, обосновано, что имитационная модель сама должна быть системой [21]. Так что феномены системности и имитации находятся теперь под надежным контролем. С привлечением категориально-системной методологии [22] это позволило определиться с системой знаний [23] как структурной организацией понятий в форме сети ДИС-компьютеров. Выявился системный статус и у ПИФ ДИС [24]. Все это наделило сеть ДИС-компьютеров богатым имитационным потенциалом, за которым раскрылась еще и формальная грамматика [25] с гипертекстовым языком субъектного уровня.

Рабочим ОБ ДИС-технологии является ДИС как оргграф с двумя типами ребер (ведущими, контролирующими) и ПИФ на этом орграфе как

процессом перераспределения между его вершинами двух типов ресурса (актива, пассива) в последовательности из актов трех типов:

Ac – акт собирания актива в пассив по контролирующим ребрам ДИС;

At – акт трансформации пассива в актив в некоторых вершинах ДИС;

Ad – акт перераспределения актива по ведущим ребрам ДИС.

ДИС-технология включает три этапа моделирования, за счет чего требование полноты достигается на уровне конструирования.

Первый этап – построение (поиск) качественной модели ОБ (процесса). Эта модель выражает системную сущность ОБ, представляя некую ГО-СТ. Универсальной средой для качественных моделей в ДИС-технологии служит сеть ДИС-компьютеров в виде системы знаний со свойствами ГО-СТ, использующей операции дешифровки и мутаций. Готовится программная база по формированию, совершенствованию и использованию системы знаний. Такая база позволит формировать и прорабатывать языки субъектного уровня. И уже известно [26], что потенциал ДИС-компьютера уровня 4, имеющего 81 вершину, накрывает все известные на сегодня понятия, прописанные в языках.

Второй этап – построение (формирование) алгоритмической модели ОБ (процесса). Это, по сути, качественная модель, но дополненная ПИФ на ней, тоже имеющим системное осмысление как ГО-СТ. Здесь надо определять не только начальное состояние ПИФ на ДИС, включающее распределение актива и пассива по вершинам ДИС, а также показатели проводимости ее ребер и уровней трансформации пассива в актив в ее вершинах, надо предусматривать и изменчивость этих показателей. Что и как предопределяет их изменчивость – главная проблема раскрытия законов природы. ДИС-технология предполагает баланс трех универсальных механизмов – потенциала, актуализации, воплощения в объективном процессе синтеза систем. Наряду со стационарными показателями проводимости ребер, когда количество передаваемого по ребру ресурса зависит только от объема ресурса в источнике, допустим вариант взаимодействия, когда проводимость зависит также и от объема ресурса в приемнике. Для задач мониторинга нужен синтез этих вариантов.

Третий этап – анализ структурных и функциональных особенностей сформированной модели. Необходимы подходы к анализу и регулирова-

нию ПИФ ДИС с интерпретациями выявляемых закономерностей. Выделены следующие подходы:

- а) ориентировка на классы предельных режимов ПИФ ДИС [27];
- б) определение места и особенностей ПИФ специальных типов ДИС, например когнитивных ячеек, проявляющих свойства осцилляторов [28];
- в) использование основных аддитивных составляющие ПИФ ДИС и понятия ДИС-фазового пространства [29];
- г) обеспечение самопрогноза в ДИС-компьютере [30].

При этом подход (а) дает пример того, что «и малое таит в себе всю Вселенную». Подход (б) раскрывает место и роль инфраструктуры, ритмичности и других феноменов. В подходе (в) осуществляется работа с натуральными дифференциалами (НД) вместо бесконечно малых и синтез НД. А подход (г) использует свойство самоподобия ДИС-компьютера в сочетании с системным характером упаковки в нем ПИФ.

В каждом из указанных подходов есть моменты, которые уже получили строгое математическое обоснование [31]. Список таких моментов продолжает пополняться.

Так, взгляд на ПИФ ДИС как на временной ряд позволяет утверждать, что в ПИФ ДИС вклад любого НД актуализирует вклады НД более низких порядков. Поясним, что НД порядка $n > 0$ в какой-либо вершине ДИС есть величина добавки в этой вершине пассива при акте A_c таком, что будет еще ровно $n - 1$ актов A_c до того, как в данной вершине произойдет трансформация пассива в актив. Другими словами, НД порядка $n > 0$ пребывает в пассиве в течение ровно $n - 1$ компонентов ПИФ до перехода в актив. Как вывод, НД, порядок которых выше 2, тоже имеют важный физический смысл, и для них надо находить реальные физические прототипы аналога силы. И не отказ ли от НД порядка выше 2 вносит неопределенности и хаос в физику процессов?

Далее, классическая механика, по сути, сводится к работе лишь актов A_d в ПИФ, как если бы не было у ДИС контролирующих ребер. Это позволяет классической механике опираться на видимый мир, но лишает ее возможности учета широкого спектра других физических явлений, несмотря на попытки привлечь самые изощренные формальные средства. В свою очередь, квантовая механика, наоборот, оказывается сведенной к работе актов A_c и A_t в ПИФ, как если бы не было у ДИС ведущих ребер. Именно отказ от учета работы актива в видимом мире делает не-

избежными в квантовой механике процедуру нормировки, а также сведение происходящего к языку волн. Фактически мы имеем две взаимоисключающие неполные концепции устройства реальности. ДИС-технология дает возможность преодолеть неполноту этих концепций.

Конечно, возможны моменты, о которых трудно догадаться без обращения к численным экспериментам. Для таких экспериментов вполне подходит среда Excel с использованием программ на языке VBA. При этом на листе Excel формируются числовые данные по ПИФ и каким-либо другим важным, в том числе производным, показателям, которые можно подвергать различному, в том числе графическому, анализу. Отметим серии обнаруженных при проведении экспериментов закономерностей и связанных с ними идей. Пока они носят, конечно, характер гипотез, но ничто не мешает им в перспективе получить строгое математическое обоснование.

Прежде всего, ПИФ ДИС выступает прототипом циркуляции в замкнутой системе с клапанами. Важно отметить, что малые перемены в показателях проводимости ребер, как правило, не ведут к резким переменам режима ПИФ, но они могут существенно изменить ПИФ в отдаленной перспективе. Не в этом ли состоит суть тотальных адаптаций, включая эволюционные перемены? В свою очередь, перемены в показателях уровней трансформации, наоборот, почти всегда ведут к резким переменам режима ПИФ. Не в этом ли состоит суть экстренных адаптаций, включая процедуры спонтанного поведения частиц?

Прослеживается также, что при нулевых (в идеале) показателях уровней трансформации в вершинах у ДИС ее ПИФ, как правило, выходит на стационарный режим. С ростом суммы этих показателей ПИФ ДИС выходит на режим флуктуаций. С приближением такой суммы к объему всего ресурса в ДИС ее ПИФ все более обретает черты ритма. Заметим, что именно это приближение и осуществляется процедурой нормировки в квантовой механике. И не потому ли квантовая механика перестает различать частицы и волны? А при любой чуть большей сумме наступает режим вакуума, при котором весь ресурс уходит в пассив, делая ДИС, по сути, обреченной. Не с этим ли связаны разного рода спонтанные переходы в квантовой механике?

Особо привлекательным в приведенной серии представляется выход ПИФ на режим ритма почти безотносительно к показателям проводимости ребер ДИС. Только вот оказывается, что для четкого ритма необходимо, чтобы сумма показателей уровней трансформации равнялась объему всего ресурса в ДИС – максимально возможному значению.

В свою очередь, отмеченная сумма имеет ассоциацию с внутренним потенциалом, заложенным (накопленным) в системе, так что ритмы у системы оказываются выраженными тем четче, чем она полнее и наяву руководствуется своим потенциалом. И опять это наиболее характерно для моделей квантовой механики.

Наконец, серия дополнительных экспериментов с ритмами в случаях, когда сумма показателей уровней трансформации равна объему всего ресурса в ДИС, позволяет отслеживать спектры ПИФ ДИС. И похоже, что параметры спектра однозначно определяются распределением показателей уровней трансформации по вершинам ДИС и не зависят от показателей проводимости ее ребер. Это может иметь непосредственное отношение к вопросу, почему и какими формируются спектры излучения у веществ, у ОБ. В принципе, это может касаться и спектров поглощения веществ, но на условиях рассмотрения более широкой системы, включающей источник поглощаемых лучей с учетом его состояния.

В отношении приведенных фактов и гипотез невольно предполагалось, что показатели уровней трансформации пассива в актив в вершинах ДИС несут стационарный характер, не меняясь в ПИФ. Сравнивались на деле предельные режимы ПИФ при различных наборах таких показателей у ДИС. Это же касается и случая стационарных показателей проводимости ребер у ДИС. В случае же взаимодействия показатели проводимости ребер у ДИС, как правило, меняются в ПИФ, но неизменными остаются соответствующие коэффициенты пропорциональности как пара неких универсальных постоянных взаимодействия для ведущих и контролируемых ребер. При этом сравнивались на деле предельные режимы ПИФ при различных наборах таких постоянных у ДИС. В таких вариантах основные закономерности у ПИФ повторяют отмеченные, пока он рассматривается на локальном уровне. Различия в вариантах возникают при рассмотрении на глобальном уровне. К примеру, если при стационарных связях вполне могут работать вершины, в которых временно нет или почти нет ресурса, то такого типа вершины, выступающие приемниками при связях в варианте взаимодействия, рискуют оказаться обреченными. В свою очередь, не исключены ситуации, когда долго пребывающая в практически обреченном состоянии вершина вдруг становится активной, и такой момент может многократно повторяться. В задачах принятия решений и мониторинга должны сочетаться оба варианта связей, так что картина ПИФ может быть намного разнообразнее. Вслед за этим растут возможности для гибкого управления ПИФ, причем не отходя от объективности синтеза систем.

Впрочем, при отсутствии ограничений на переменные показателей проводимости ребер и уровней трансформации пассива в актив в вершинах ДИС возможности для регулирования ее ПИФ могут стать практически неограниченными. На это указывали еще первичные результаты по тематике обратимости ПИФ ДИС [32]. Однако в объективных целях должен усматриваться баланс трех универсальных механизмов: потенциала, актуализации, воплощения, так что указанные переменные, в первую очередь, показателей проводимости ребер обязаны иметь определенные ограничения в выборе.

Вспомним о складывании ПИФ ДИС из НД. Сумма всех встретившихся вместе в пассиве одной вершины НД выступает при ее трансформации в акте A_t как показатель актуализации величины ресурса в этой вершине, что вполне ассоциируется с НД порядка 0. Не это ли в итоге порождает образ статичного пространства? Не потому ли вообще нет зрения без движения? Кроме того, для порождения образа пространства в таком случае необходим как минимум НД порядка 1, а этот НД выражается в тепловом движении [33], которое ассоциирует с мягким электромагнитным излучением в виде фотонов. Не потому ли свет в лице фотонов является главной субстанцией для восприятия пространства? Не потому ли также без света (зрения) восприятие пространства требует прибегать к ощущениям силовых полей, прописываемых в ПИФ НД порядка 2 и выше?

Так что ДИС-технология доступна к реализации в различных приложениях. Она позволяет дать качественные, а местами уже и количественные ответы на многие вопросы, на которые традиционные подходы не дают ответа. Появляются стратегии продвижения ко многому из того, что привычно было считать в принципе недоступным, включая и достижение полноты теоретических конструкций.

Дальнейшая реализация имитационного моделирования на базе ТДИС развернулась сейчас по двум направлениям, – это автоматизация рассуждений и вычислительные эксперименты на ДИС [34].

Заключение

Кардинальной особенностью имитационного моделирования на базе ТДИС является то, что на начальном этапе моделирования уже имеется особый ОБ – ДИС, обладающий богатыми структурно-функциональными характеристиками. С одной стороны, ДИС – это аналитический ОБ, заданный системой аксиом. С другой стороны, в ситуации моделирования оргграф конкретной ДИС с заданным на

нем ПИФ выступает в качестве когнитивного шаблона, на котором отображается моделируемый ОБ.

Помимо этого ДИС-имитация разворачивается в информационной реальности, для которой ДИС – это не просто класс особых ОБ для познания, а класс интерактивных систем, автоматически реализующих вычислительную деятельность, т.е. ДИС-компьютеров. ДИС-компьютеры образуют фрактальную сеть, организация которой подчинена принципу триадичности. Поэтому полнота имитационной модели реализуется на любом уровне начиная от триады. Автоматизация, таким образом, распространяется на самые ранние стадии моделирования.

С учетом современных требований к моделированию, предъявляемых задачами создания новых материалов и технологий, для обеспечения полноты имитационной модели необходимо три известных критерия, а именно: соответствие физической реальности, развитый математический аппарат и перспективы для использования в управлении (эксплуатации), – пополнить еще одним критерием, каковым является системный характер описания. Разумеется, полнота всегда будет выступать неким асимптотическим пределом для любой имитационной модели, а ее достижение всегда будет сталкиваться с препятствиями: ограниченностью имеющихся знания и понимания; ограниченными возможностями вычислительных технологий; ограниченной доступностью модели для применения в управлении. Вместе с тем аппарат ТДИС уже сейчас позволяет приступить к экспертизе конкретных моделей на предмет соответствия требованию системной полноты.

Примечания

1. См.: *Клини С.К.* Математическая логика: Пер. с англ. / Под ред. Г.Е. Минца. – 2-е изд. – М.: Едиториал УРСС, 2005. – С. 297–312.
2. См.: *Манин Ю.И.* Доказуемое и недоказуемое: Кибернетика. – М.: Сов. радио, 1979. – С. 64–70.
3. См.: *Князева Е.Н., Курдюмов С.П.* Синергетика: Нелинейность времени и ландшафты коэволюции. – М.: КомКнига, 2007.
4. См.: *Полещенко К.Н., Разумов В.И., Сизиков В.П.* О возможностях интеллектуальной поддержки инновационной деятельности // *Инновации.* – 2008. – № 10 (120). – С. 121–124.
5. См.: *Степин В.С.* Теоретическое знание: Структура, историческая эволюция. – М.: Прогресс-Традиция, 2000.
6. См.: *Дасгутта Д.* Обзор искусственных иммунных систем и их приложений // *Искусственные иммунные системы и их применение* / Под ред. Д. Дасгутты; пер. с англ. под ред. А.А. Романюхи. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – С. 19–41.
7. См.: *Геронтология in silico: становление новой дисциплины: Математические модели, анализ данных и вычислительные эксперименты: Сб. науч. тр.* / Под ред. Г.И. Марчука, В.Н. Анисимова, А.А. Романюхи, А.И. Яшина. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2007.

8. См.: *Юбилей Ламарка – Дарвина и революция в иммунологии* // Наука и жизнь. – 2009. – № 2. – С. 18–26; № 3. – С. 40–49; № 4. – С. 34–43; № 5. – С. 20–29.
9. См.: *Стратосферный озон* // Природа. – 1993. – № 9. – С. 28–34; *Сывороткин В.Л. Дегазация Земли и разрушение озонового слоя* // Природа. – 1993. – № 9. – С. 35–45.
10. См.: *Абдусаматов Х.И. Солнце определяет климат* // Наука и жизнь. – 2009. – № 1. – С. 34–42.
11. См.: *Разумов В.И., Сизиков В.П. Имитационный подход к развитию систем знания* // Философия науки. – 2007. – № 2 (33). – С. 46–64.
12. См.: *Разумов В.И., Сизиков В.П. Три составляющие в логике научного исследования и их синтез* // Философия науки. – № 1 (40). – 2009. – С. 28–40.
13. См.: *Разумов В.И., Сизиков В.П. Развитие философской логики и математической философии с примером анализа категорий И. Канта* // Философия: история и современность. 2004–2005: Сб. науч. тр. / Ин-т философии и права Объединен. ин-та истории, филологии и философии СО РАН; Новосиб. гос. ун-т; Омский гос. ун-т. – Новосибирск; Омск, 2005. – С. 14–41.
14. См.: *Милославский И. Великий, могучий русский язык* // Наука и жизнь. – 2009. – № 6. – С. 26–31.
15. См.; *Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры.* – 2-е изд. – М.: Наука, 2002.
16. См.: *Новосельцев В.Н. Математические модели в биологии и феномен старения* // Геронтология in silico... – С. 82–86.
17. См.: *Сизиков В.П., Разумов В.И. ДИС-технологии моделирования динамики систем* // Динамика систем, механизмов и машин: Мат. VI Междунар. науч.-техн. конф. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2007. – Кн. 1. – С. 88–92; *Они же.* ДИС-технологии как язык программирования // Нейроинформатика, ее приложения и анализ данных: Мат. XVI Всерос. Сем., 19–21 сентября 2008 г. / Под ред. А.Н. Горбаня, Е.М. Миркеся; ИВМ СО РАН. – Красноярск, 2008. – С. 131–135.
18. См.: *Разумов В.И., Сизиков В.П. Информационные основы синтеза систем: В 3 ч. Ч. I: Информационные основы системы знаний.* – Омск: ОмГУ, 2007. [Эл. ресурс]. – Режим доступа: www.omsu.ru/file.asp?id=2594; *Они же.* Информационные основы синтеза систем: В 3 ч. Ч. II: Информационные основы синтеза. – Омск: ОмГУ, 2008. [Эл. ресурс]. – Режим доступа: www.omsu.ru/file.asp?id=3365.
19. См.: *Разумов В.И., Сизиков В.П. Основы теории динамических информационных систем.* – Омск: ОмГУ, 2005. [Эл. ресурс]. – Режим доступа: newasp.omskreg.ru/tdis/.
20. См.: *Сизиков В.П. Рациональный инструмент отражения принципа причинности* // Омский научный вестник. – 2005. – № 4 (33). – С. 92–96; *Разумов В.И., Сизиков В.П. Информационные основы синтеза систем: В 3 ч. Ч. I: Информационные основы системы знаний.* – Омск: ОмГУ, 2007. [Эл. ресурс]. – Режим доступа: www.omsu.ru/file.asp?id=2594; *Они же.* Информационные основы синтеза систем: В 3 ч. Ч. II: Информационные основы синтеза; *Они же.* Основы теории динамических информационных систем.
21. См.: *Разумов В.И., Сизиков В.П. Информационные основы синтеза систем: В 3 ч. Ч. I: Информационные основы системы знаний.*
22. См.: *Разумов В.И. Категориально-системная методология в подготовке ученых: Учеб. Пособие / Вст. ст. А.Г. Теслинова.* – Омск: ОмГУ, 2004. [Эл. ресурс]. – Режим доступа: www.ic.omskreg.ru/~cognitiv/.
23. См.: *Разумов В.И., Сизиков В.П. Информационные основы синтеза систем: В 3 ч. Ч. I: Информационные основы системы знаний.*
24. См.: *Разумов В.И., Сизиков В.П. Информационные основы синтеза систем: В 3 ч. Ч. II: Информационные основы синтеза.*

25. См.: Кузнецов О.П. Дискретная математика для инженера. – 3-е изд., перераб. И доп. – СПб.: Лань, 2004.
26. См.: Разумов В.И., Сизиков В.П. Имитационный подход к развитию систем знания; *Они же*. Информационные основы синтеза систем: Ч. I: Информационные основы системы знаний.
27. См.: Разумов В.И., Сизиков В.П. Информационные основы синтеза систем. Ч. I: Информационные основы системы знаний; *Они же*. Информационные основы синтеза систем. Ч. II: Информационные основы синтеза; *Они же*. Основы теории динамических информационных систем.
28. См.: Разумов В.И., Сизиков В.П. Основы теории динамических информационных систем.
29. См.: Разумов В.И., Сизиков В.П. Информационные основы синтеза систем: В 3 ч. Ч. II: Информационные основы синтеза.
30. См.: Разумов В.И., Сизиков В.П. Информационные основы синтеза систем: В 3 ч. Ч. I: Информационные основы системы знаний; *Они же*. Информационные основы синтеза систем: В 3 ч. Ч. II: Информационные основы синтеза.
31. См.: Сизиков В.П. Рациональный инструмент отражения принципа причинности; Разумов В.И., Сизиков В.П. Информационные основы синтеза систем: В 3 ч. Ч. I: Информационные основы системы знаний; *Они же*. Информационные основы синтеза систем: В 3 ч. Ч. II: Информационные основы синтеза; *Они же*. Основы теории динамических информационных систем.
32. См.: Разумов В.И., Сизиков В.П. Основы теории динамических информационных систем.
33. Там же.
34. См.: Агафонов А.Л., Разумов В.И., Сизиков В.П., Сизикова Л.Г. Имитационный подход к анализу и обработке систем знаний на базе ТДИС // Модели и методы обработки изображений (ММОИ-2007): Мат. Всерос. конф. – Красноярск: СФУ, 2007. – С. 117–121.

Дата поступления 02.06.2009
Омский государственный университет
им. Ф.М. Достоевского,
Омский государственный университет
путей сообщения, г. Омск
rvi57@mail.ru

Razumov V.I. and V.P. Sizikov.. Completeness: its metatheoretical and instrumental aspects

Discussion of modern problems concerning modeling of complex systems becomes a promising area in the philosophy and methodology of science. Completeness proves to be a little-studied subject both in science and philosophy; its development calls for a synthetic approach which provides for an integration of philosophy, mathematics and physics. The authors used the theory of dynamic information systems (TDIS) to build a categorical scheme of system completeness as a base for a relevant completeness theory. The paper shows benefits of knowledge technologies which are based on TDIS (DIS-technologies) and make possible to develop new approaches to simulation modeling. It discusses resources which make possible to connect semantic and formal-mathematical aspects, metatheoretical and theoretical ones.

Keywords: methodology, simulation modeling, theory completeness