

МОДЕЛЬ КАК СРЕДСТВО НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

В данной статье основное внимание будет уделено процессу познания как моделирования, то есть гносеологическим аспектам этого широко распространённого инструмента познания.

Модель и моделирование – многофункциональные понятия в деятельности человека, и в частности, в деятельности педагога и исследователя. Важную роль модели играют в процессе обучения, как способ отображения реальной действительности и как средство общения между исследователями. Тем не менее, наибольшее значение модели и моделирование имеют, будучи использованными в процессах исследований, т.е. в процессе познания. В данной статье основное внимание будет уделено процессу познания как моделирования, то есть гносеологическим аспектам этого широко распространённого инструмента познания. Сразу же проведём между между познанием вообще и научным познанием. Человек, не занимающийся научным исследованием, познаёт мир в процессе общения с окружающей природой, с людьми, процессами и явлениями, происходящими в обществе, и т.д. Поэтому модели в данном случае возникают на базе увиденного и услышанного в процессе общения человека со своим внутренним миром, представляющим собой симбиоз интуитивных обобщений ранее накопленного опыта, существующего в подсознании в виде образных моделей, некоторые из которых уже обработаны нейронной системой человека и превратились в точки зрения, а некоторые находятся ещё в стадии такой обработки, создавая в подсознании определённый «груз» неудовлетворённости. По этой причине образы наблюдаемых процессов, явлений и предметов в данном случае «окрашены» индивидуальностью данного человека, т.е. зависят от характера, возраста, интеллекта и т.д. конкретного субъекта. В процессе жизни человека меняются его образные представления, появляются новые модели в его интуиции, но появляются они в результате «обработки» новых впечатлений тем самым «процессором» (интуицией), в котором находятся модели, накопленные ранее к данному моменту времени. То есть новые модели появляются как результат обработки новых актов жизненного опыта с помощью накопленных ранее моделей. Таким образом, «старые» модели есть инструмент для получения «новых» моделей.

Когда же речь идёт о научном познании, происходит целенаправленное исследование учёным какого-либо процесса или явления с целью получения информации, ранее никому неизвестной. При этом в науке о достоверности новой информации судят лишь когда она будет доказана по определённым правилам, которые зачастую имеют чисто формальное содержание. Поэтому те интуитивные образные модели, которые, конечно же, есть у каждого ученого, должны быть представлены в формализованном виде (например, математическом) таким образом, чтобы другие ученые могли проверить достоверность данной новой информации. По этой причине в науке новые модели должны быть тоже по признанным «формальным» правилам получены с помощью «признанных» старых моделей. Таким образом, и здесь «инструментом» для получения новых моделей являются «старые» модели и «признанные» в науке правила, которые в строгом смысле слова тоже являются моделями. Однако модели в научном познании существенно отличаются от тех моделей, которые существуют вне науки, т.е. в процессе жизнедеятельности каждого человека.

Подчеркнём, что в обоих случаях: и в процессе познания мира любым человеком, и в научном познании, нет учителя и обучаемого, т.е. речь не идёт о модели как об одном из средств обучения – это совершенно разные проблемы, хотя и «пересекаются» в некоторых вопросах.

Приведем несколько примеров, иллюстрирующих принадлежность моделей к средствам познания. При этом обратимся к сфере научного познания, т.к. примеры

принадлежности моделей к средствам ненаучного познания созерцаем ежедневно, наблюдая, как различные люди делают заключения об увиденном (или услышанном) на базе своих точек зрения, своих убеждений, т.е. тех моделей, которые появились как результат накопленного ранее опыта.

Пример 1. Первым шагом на пути изучения микромира было открытие молекулярного строения вещества. Этот шаг был сделан французским физиком Ж.Б. Перреном в 1906 году. Оказалось, что все вещества состоят из молекул (мельчайших частиц, сохраняющих химические свойства вещества), которые непрерывно и хаотически движутся. Различные фазовые состояния вещества характеризуются различным характером движения молекул. В газах, например, превалирует поступательное движение, в жидкостях, по образному выражению Я.И. Френкеля, молекулы ведут «оседло-кочевой» образ жизни (т.е. движутся поступательно, периодически останавливаясь в некоторых местах, совершая около них колебательное движение), в твёрдых телах превалирует касательное движение около положения равновесия. Поставим себя на место исследователя состояния газов. Параметрами состояния являются четыре величины: масса, объём, температура и давление. Как найти связь между этими четырьмя параметрами газа, если нам известно, что молекулы газа в любом сосуде находятся в непрерывном хаотическом движении, постоянно сталкиваясь друг с другом, со стенками сосуда, меняют направление движения, сохраняя при этом хаотичность, т.е. отсутствие преимущественных направлений движения. Если для получения уравнения состояния (связи M – массы, V – объёма, P – давления, T – температуры друг с другом) воспользоваться одной из механических моделей, например, вторым законом Ньютона, то нужно записать этот закон для всех молекул и даже решать полученную систему уравнений. Если учесть, что только в моле газа содержится $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул, то становится понятным, что не только решить, но даже записать эту систему невозможно в течение всей человеческой жизни. Предположим, что перед нами легко представляемый, например, кубический сосуд с газом, в котором поступательно, но как угодно движутся молекулы. Как подступиться к решению поставленной задачи? Реальность легко представима, однако совершенно ясно, что без упрощений не удастся «зацепиться» за ранее открытые законы, или какие-либо количественные соотношения. Так родилась модель, которая в молекулярной физике получила название «идеальный газ». Идеальный газ – это газ, молекулы которого места не занимают (собственный объём молекул равен нулю) и не взаимодействуют друг с другом. С одной стороны, каждый исследователь понимает, что такого не бывает, т.е. это есть некоторая абстракция; с другой стороны, если собрать все молекулы воздуха, находящиеся в 1 м^3 при нормальных условиях, и плотно упаковать их, то они поместятся в литровой банке, а сила взаимодействия между молекулами, резко убывающая с увеличением расстояния между ними, тоже оказывается ничтожно малой. Другими словами, газ, находящийся в довольно широком диапазоне условий, не так уж «далёк» от идеального газа. Существенные несовпадения естественно ожидать только при высоких давлениях или низких температурах, когда собственный объём молекул сравним с объёмом, занимаемым газом, а расстояния между молекулами столь малы, что взаимодействием между ними пренебрегать нельзя. Тем не менее, предположим, что нас пока не интересует состояние газа при высоких давлениях или низких температурах. Как получить уравнение состояния газа во всех других случаях? Модель газа, в которой скорости движения молекул могут иметь всевозможные направления, даже в предположении равенства нулю собственного объёма молекул и отсутствия взаимодействия между молекулами всё же не поддаётся математической обработке. Очевидно, что нужен ещё один шаг, упрощающий реальность. Таковым шагом явилось предположение, что все молекулы в кубическом сосуде могут перемещаться в направлениях, перпендикулярных параллельным граням куба, то есть в трёх взаимно перпендикулярных направлениях. При этом естественно предположить, что между каждой из трёх параллельных пар граней движутся одинаковое количество молекул, т.е.

по $1/3 N$, где N – число молекул в сосуде. после этого предположения были легко получены уравнения кинетической теории газов как для давления, так и для температуры, после чего несложно было написать уравнение состояния, которое в молекулярной физике носит название уравнения Менделеева-Клапейрона. Как показал опыт, это уравнение хорошо описывает состояние газов при не очень низких температурах и не очень высоких давлениях. Тем не менее вопрос о написании уравнения состояния газов при высоких давлениях или при низких температурах необходимо было получить, учитывая развитие физики космоса и физики высоких давлений. Для получения такого уравнения необходимо было ввести в уравнение Менделеева-Клапейрона поправки на собственный объём молекул и взаимодействие между молекулами. Это блестяще выполнил голландский физик Ван-дер-Ваальс. Уравнение Ван-дер-Ваальса удовлетворительно описывает свойства реальных газов, а также некоторые свойства жидкостей. Превращение модели Менделеева-Клапейрона в модель Ван-дер-Ваальса является классическим примером моделирования как инструмента познания. Ведь без уравнения Менделеева-Клапейрона невозможно было сразу получить уравнение состояния реальных газов, то есть уравнение Ван-дер-Ваальса. Подчеркнём также, что эти два уравнения (две модели) являются началом той цепочки, которая существует в молекулярной физике, и каждое звено этой цепи есть иллюстрация роли моделей в процессе познания.

Пример 2. В теоретической механике хорошо известна такая математическая абстракция как «материальная точка». Это простейшая модель твердого тела при его поступательном движении. Именно эта простейшая модель привела в процессе развития механики к более совершенной модели твердого тела, называемой «абсолютно твердым телом». В свою очередь уже в молекулярной физике «абсолютно твердое тело» стало базовой моделью для создания модели «стандартного линейного тела». Последняя модель совершенно неожиданно была использована для создания модели единичной двойниковой прослойки в кристалле, что в конце концов «вылилось» в создание современной теории двойникования кристаллов [1].

В данном примере модели «материальная точка», «абсолютно твердое тело», «стандартное линейное тело» также являются начальными звеньями длинной цепи моделей в физике конденсированного состояния. В настоящее время замыкают эту цепочку дислокационные модели пластичности и сверхпластичности кристаллов. Каждое звено в этой цепи является актом получения новой модели на базе усовершенствования своей «предшественницы». Данный пример есть ещё одна иллюстрация важности моделирования в научном познании.

Пример 3. Огромную роль в науке играла и играет модель обменного взаимодействия. По сути это единый взгляд на природу всех (за исключением гравитационного) силовых полей, а также всех устойчивых систем, включая не только физические или биологические системы, но и такие системы как семья, общество, государство и так далее. Модель обменного взаимодействия по сути направляет усилия исследователей на поиски тех обменных элементов, которые «склеивают» электрически заряженные тела, намагниченные объекты, электроны в атоме, нуклоны в ядре атомов, членов семьи, людей в обществе, государстве и т. д. Найдены были электрические фотоны – появилась теория электрического поля, обнаружение магнитных фотонов легло в основу теории магнетизма, открытие мезонов завершило создание теории внутриядерных взаимодействий. В семье обменное взаимодействие заключается в наличии всего того, что является общим для супругов. Несомненно, что особое место здесь занимают дети, которые «склеивают» семью. Далее можно говорить об общем жилье, совместных накоплениях и, что немаловажно, общих интересах, отсутствие которых часто является причиной распада семьи подобно распаду ядер атомов при дефиците общих мезонов для нуклонов. Можно было бы продолжить аналогичные рассуждения, говоря об обществе и государстве, но здесь пришлось бы внедряться в политологию, чего не хотелось бы делать на страницах данной работы.

Пример 4. Совершенно гениальной моделью была созданная Д. И. Менделеевым периодическая система элементов, которая базировалась на повторяемости химических свойств элементов и не более того. Эта модель не была теорией, она сначала содержала в себе много неточностей, была чисто формальной, т.е. была по сути графом, базирующимся на одном приблизительном свойстве. Но без этой формальной модели трудно себе представить создание современной теории атомов, «правила» заполнения электронами энергетических уровней и подуровней, т.е. современного Периодического закона элементов, который предсказал существование ряда новых элементов, которые целенаправленно были получены, подтвердив тем самым достоверность теории. Периодический закон элементов как модель указал путь для создания моделей диа-, пара- и ферромагнетизма. Кроме того, периодический закон способствовал созданию целого ряда моделей в современной теории атома (теории валентности, химических реакций, теории излучения и поглощения атомами электромагнитной энергии и т.д.). Таким образом, в данном примере тоже выстраивается цепочка моделей, начиная от менделеевской модели, причём каждая модель имеет свою «предшественницу», без которой невозможно было бы её создание. Это ли не яркий пример важности моделирования в науке?

Пример 5. В современной системе образования и в педагогической науке существуют три основные модели обучения – пассивная, активная и интерактивная [3, с.8]. Как известно, пассивная модель обучения появилась на заре развития образования и долгое время преобладала в образовательных системах разных стран. При осуществлении этой модели преобладают «классические» методы обучения – лекция-монолог, рассказ, объяснение, демонстрация, чтение, репродуктивное повторение и т.п. Уже в 60-х годах XX столетия Я. Голант [2] выделяет активную и пассивную модели обучения. Активная модель возникла на основе пассивной, обогатив её новыми методами, которые стимулируют познавательную активность и самостоятельность обучаемых – выполнение проблемных и творческих заданий, диалог с преподавателем, конструирование вопросов; значительно большее внимание уделяется при этом самостоятельной работе. В настоящее время все более широкое распространение получает интерактивная модель обучения, которая, не заменяя собой существующие пассивную и активную, обогатила учебный процесс новыми формами организации учебной деятельности, что позволяет создать комфортные условия обучения, при которых каждый чувствует свою успешность, интеллектуальную способность за счёт исключения как доминирования одного участника учебного процесса над другим, так и одной мысли над другой. Интерактивная модель считается наиболее успешной технологией современного образования, так как способствует индивидуализации обучения, деятельностной активизации обучаемых, диалоговому взаимодействию между преподавателем и обучаемым, совместному решению проблем. При этом ее значимость состоит в возможности реализации творческого потенциала каждого участника учебного процесса, их жизненных планов и ценностных ориентиров, развитии одаренности, креативности, новаторства, что выступает на первый план в современном информационном обществе. Таким образом, и в данном примере просматривается цепочка моделей, каждая из которых получается путём обогащения предыдущей.

Можно было бы привести ещё много примеров, когда модель выступает в качестве инструмента познания в руках учёного. Достаточно вспомнить такие модели, как «точечный заряд», «адиабатический процесс», «линейный осциллятор», «гармонические колебания» и так далее.

Обобщая обсуждение приведенных примеров, можно сделать ряд заключений.

1.Создание теоретического раздела практически любой науки начинается с разработки количественной модели реальности в сколь угодно упрощённом виде.

2.Процесс развития научного направления всегда представляет собой цепочку моделей, каждая из которых получена из своей «предшественницы» путём введения

изменений, учитывающих те свойства реальности, которые в предыдущих моделях не были учтены.

3. В связи с тем, что развитие науки можно изобразить графом в виде дерева, одна и та же модель может быть предшественницей целого ряда новых моделей, ведущих в смежные области знаний (вершина графа может быть началом нескольких ответвлений).

Кроме моделей, входящих в эволюционную цепочку, то есть моделей, эволюция которых приводит к возникновению новых моделей, известную роль в науке играют модели-аналоги, которые способствуют развитию некой конкретной модели и не более того. Такие модели не являются узлами дерева-графа конкретной научной области. Тем не менее, моделями-аналогами часто пользуются учёные для чёткости интуитивного отображения основных свойств данной модели. Как правило, модели-аналоги возникают даже не в смежных, а в совершенно различных областях знаний. Так, часто сравнивают скопления людей в теории очередей со скоплениями электрических зарядов в электродинамике. Здесь есть похожие математические модели. Сходные модели имеются в теории механических колебаний и в теории электромагнитных колебаний, несмотря на совершенно различную их природу.

В заключение хотелось бы отметить, что довольно часто учёные сталкиваются с так называемыми «тупиковыми» моделями, эволюция которых ни к чему не приводит. Таковыми являются, например, модель теплового эфира и модель бесконечной вселенной. «Тупиковые» модели имеют характерные свойства, изучение которых представляет большой интерес, но об этом подробно автор намерен остановиться в следующих работах.

Литература.

1. Бойко В.С., Гарбер Р.И., Косевич А.М. Обратимая пластичность кристаллов. - М.: Наука. - 1991.
2. Голант Е.Я. Методы обучения в советской школе. – М., 1957.
3. Пометун О., Пироженко Л. Сучасний урок: Інтерактивні технології навчання: Наук.-метод. посібник. – К.: Вид-во А.С.К., 2004.

УДК 37.013.2:378

Стефаненко П.В.

ГУМАНІТАРНІ ІНТЕГРАТИВНІ ТЕНДЕНЦІЇ В ЗАГАЛЬНОІНЖЕНЕРНІЙ ПІДГОТОВЦІ

Гуманітарна освіта є найбільш динамічною сферою вищої технічної освіти, тому що її предмет – суспільство у всіх своїх проявах розвивається швидше, ніж природа, що становить предмет природничонаукової освіти.

Постановка проблеми. Починаючи з XIX століття під впливом науково-технічної революції математичне, технічне та спеціальне знання поступово зайняло провідні позиції в загальноінженерній підготовці. Водночас стає очевидним, що науково-технічний розвиток та пов'язані з ним тенденції переходу до наукоємного виробництва потребують більш повної відповідності освітнього процесу природі мислення людини. Все в більшій мірі навчальний повинен вміти самостійно включати до системи своєї діяльності зростаючий потік інформації, до того ж не тільки суто професійної, але й прямо не пов'язаної з професією (корисної для фахівця або ж суто інтересної). Оптимальною та адекватною новим реаліям може бути модель професіонала-універсала, який також володіє гуманітарними знаннями. Присутня гостра необхідність в організації глибокої та всесторонньої взаємодії культури та освіти, переорієнтації освіти на культурноцентристську парадигму, формування гуманітарного освітнього середовища у вищій технічній школі може бути усунута шляхом практичної реалізації моделі освіти, де глибока професійна підготовка поєднує елементи технічної та гуманітарної. Гуманітарне знання об'єктивно закладене в технічному знанні, тому що озброює майбутнього спеціаліста вмінням взаємодіяти з динамічним світом професійного труда на шляху