

### **КЛАССИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ПО СУТИ**

*У статті пропонується класифікація моделей уявних експериментів, причому варто розрізняти уявні експерименти, що складаються в спростуванні можливості, і уявні експерименти, що складаються в демонстрації можливостей.*

За последнее время в литературе появилось много работ, связанных с разработкой и использованием моделей как в науке, так и в учебном процессе. Это свидетельствует об увеличении роли моделирования в изучении новых явлений, а также в процессе в методике преподавания различных дисциплин. В связи с этим возрос интерес к проблеме классификации моделей и даже к вопросу определения самого понятия модели. Заметим, что большинство определений, которые даются в различных словарях, в настоящее время в той или иной степени устарели; это связано с быстрым развитием модельного подхода как в различных разделах наук, так и в процессе познания. В силу многозначности понятия «модель» нет и единообразия в классификации моделей. Во-первых, разные авторы проводят классификацию моделей по разным критериям: по характеру моделей (т. е. по средствам моделирования); по характеру моделируемых объектов; по сферам приложения моделирования, по уровням («глубине») моделирования, по области использования; по фактору времени; по отрасли знаний; по форме представления.

Наиболее распространенной является классификация по характеру моделей. Так, у О.М. Сичивица [5, с.95] согласно этой классификации рассматриваются следующие пять видов моделирования: предметное, аналоговое, знаковое, мысленное, включение в эксперимент. Классификация по характеру моделируемого объекта наиболее полно описана у Б.А. Глинского [1, с.10-14], где наряду с делением моделей по способу их реализации они классифицируются по характеру воспроизведения сторон оригинала. По этому критерию модели делятся на субстанциональные, структурные, функциональные и смешанные; здесь имеется в виду различие между моделированием структуры объекта и моделированием его поведения (функционирования протекающих в нем процессов и т. п.). А.Н. Кочергин [2, с.94-95] в книге «Моделирование мышления» предлагает рассматривать и такие классификационные признаки, как природа моделируемых явлений, степень точности, объем отображаемых свойств и другие. В книге Штоффа В.А., посвященной философским аспектам моделирования, также представлены различные классификационные признаки, по которым выделены различные типы моделей, например [6, с.23], способ построения (форма модели) и качественная специфика (содержание модели). По способу построения выделяются модели материальные и идеальные. Как легко увидеть, классификация моделей по их характеру, описанная у Сичивица, укладывается в классификацию по Штоффу. Сюда следует добавить также «гибридные» формы моделирования, описанные разными авторами - «мысленный эксперимент», компьютерные модели и др. И.П. Норенков [3] приводит наиболее полную классификацию моделей, которая не противоречит приведенным выше, но является более детальной. По Норенкову (см. рис.1) следует различать прежде всего физические (материально реализованные системы) и абстрактные (описание объекта проектирования или исследования на каком-либо языке) модели. Разновидностью абстрактных моделей является математическая модель; математические модели в свою очередь делятся на аналитические и имитационные. К аналитическим моделям относятся уравнения или их системы, описанные и решенные в буквенном виде, а имитационные модели представляют собой алгоритмы (процедуры), которыми описывается поведение соответствующих объектов или способ вычисления их выходных сигналов. При этом имитационному моделированию уделяется основное внимание, а аналитические модели являются в некотором смысле "подспорьем" для построения сложных имитационных моделей. Вышеперечисленные типы моделей являются поведенческими или

функциональными. Их отличительная черта заключается в том, что они описывают объект как бы снаружи, внутренняя структура объекта не раскрывается. Модели, которые отражают внутреннее строение объекта, его структуру, называются структурными. По мнению Норенкова, именно сочетание двух подходов к моделированию (построение как структурных, так и функциональных моделей) даёт наилучший результат.

Обобщая работы, связанные с определением и классификациями моделей в науке и познании, следует констатировать, что в настоящее время существует большое количество принципов классификаций и, соответственно, основных признаков в определениях моделей. Тем не менее следует говорить на тему о том, какие определения и какие классификации предпочтительнее как в процессе обучения, так и в процессе научного исследования. На наш взгляд, модель тем важнее, и, соответственно, предпочтительнее, чем больше свойств и связанных с ними причинно-следственных связей модель позволяет вскрыть, сделать доступным для понимания обучаемого или исследователя. Такие модели в дальнейшем мы будем называть моделями «по сути». Антиподом модели «по сути» является формальная модель, т.е. модель, которая воспроизводит объект по форме проявления некоторых его свойств. Как известно, часто таковыми формальными моделями являются математические модели, которые, как правило, являются обобщением массива экспериментальных данных. Классическим примером такой модели является закон всемирного тяготения, который был сформулирован Ньютоном на базе наблюдений астрономов (в основном Кеплера) движения планет Солнечной системы. Закон всемирного тяготения, записанный в виде  $F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$  даёт возможность посчитать силу взаимодействия между двумя материальными точками, более того, с его помощью можно предвидеть поведение небесных тел во времени, но он никоим образом не объясняет природы притяжения между телами, что впоследствии сделали модели Эйнштейна и его последователей.

Отметим, что наиболее интересный подход как к классификации моделей, так и к их использованию демонстрируют выдающиеся учёные и педагоги в области естествознания, особенно физики. Отметим здесь же, что модели, предлагаемые физиками, практически всегда являются моделями «по сути», потому и представляют наибольший интерес. Крайне интересные мысли по вопросам классификации и эволюции моделей высказывались в разное время известными физиками Я.И. Френкелем, Р. Фейнманом, Р. Пайерлсом. Попробуем дать свою классификацию, опираясь на мысли этих учёных.

Первый тип моделей самый распространённый и самый известный всем исследователям – это *гипотеза*. Под гипотезой понимают обычно одну или несколько идей, позволяющих хотя бы в первом приближении «распутать» тот клубок причинно-следственных связей, который объясняет данное явление или процесс. Подчеркнём, что автор гипотезы предполагает истинность таких идей, но ни в коем случае не считает объяснение с их помощью единственно возможным. Нередко случается, что гипотезы бывают короткоживущими, то есть предполагаемый идеи оказываются ошибочными. Но бывают идеи и чрезвычайно плодотворными: иногда они непосредственно позволяют понять истинные причины явлений. Но чаще всего они эволюционируют (уточняются в процессе накопления экспериментальных данных). Хочется подчеркнуть, что ни одна из ранее существующих классификаций моделей не содержит такой вид модели, как идея. К этому типу Р. Пайерлс [4] относит модель Солнечной системы по Птолемею, а также модель атома Резерфорда. К этому типу моделей можно отнести также модели эволюции Вселенной, в том числе модель Большого Взрыва.

Второй тип моделей назовём *феноменологическим*. Феноменологическая модель, в отличие от гипотезы, это уже некоторое обоснованное объяснение механизма данного явления или процесса, но с некоторым недостатком данных, чтобы убедить нас в справедливости этого объяснения. При этом поиск окончательного ответа считается

незавершённым, как и в случае гипотезы. К феноменологическим моделям относятся, например, модель теплорода и кварковая модель элементарных частиц. Подчёркнём, что между гипотезами и феноменологическими моделями идёт непрерывный обмен, например, представление о том, что все частицы состоят из кварков, родилось в виде феноменологической модели, а сейчас последующее развитие передвигает его в разряд гипотез. С другой стороны, модели «светоносного» эфира, пронизывающего все тела, проделали путь от гипотезы к феноменологии, а сейчас покоятся на кладбище науки.

Третий тип моделей лучше всего назвать *приближением*. В данном случае либо что-то считается очень малым (чем можно пренебречь), или что-то считается очень большим, по сравнению с которым всем остальным можно пренебречь. В поиске приближений физики достигли такой виртуозности, которая шокирует строгих математиков. Это связано в основном с поиском контролирующих механизмов, ответственных за природу того или иного явления. Например, общеизвестно, что прочность и пластичность твёрдых тел определяется подвижностью и взаимодействием дислокаций (линейных дефектов). Это контролирующий (основной) механизм. Несомненно, что на прочностные характеристики кристаллов влияют и точечные, и поверхностные дефекты, но по сравнению с влиянием дислокаций этими влияниями

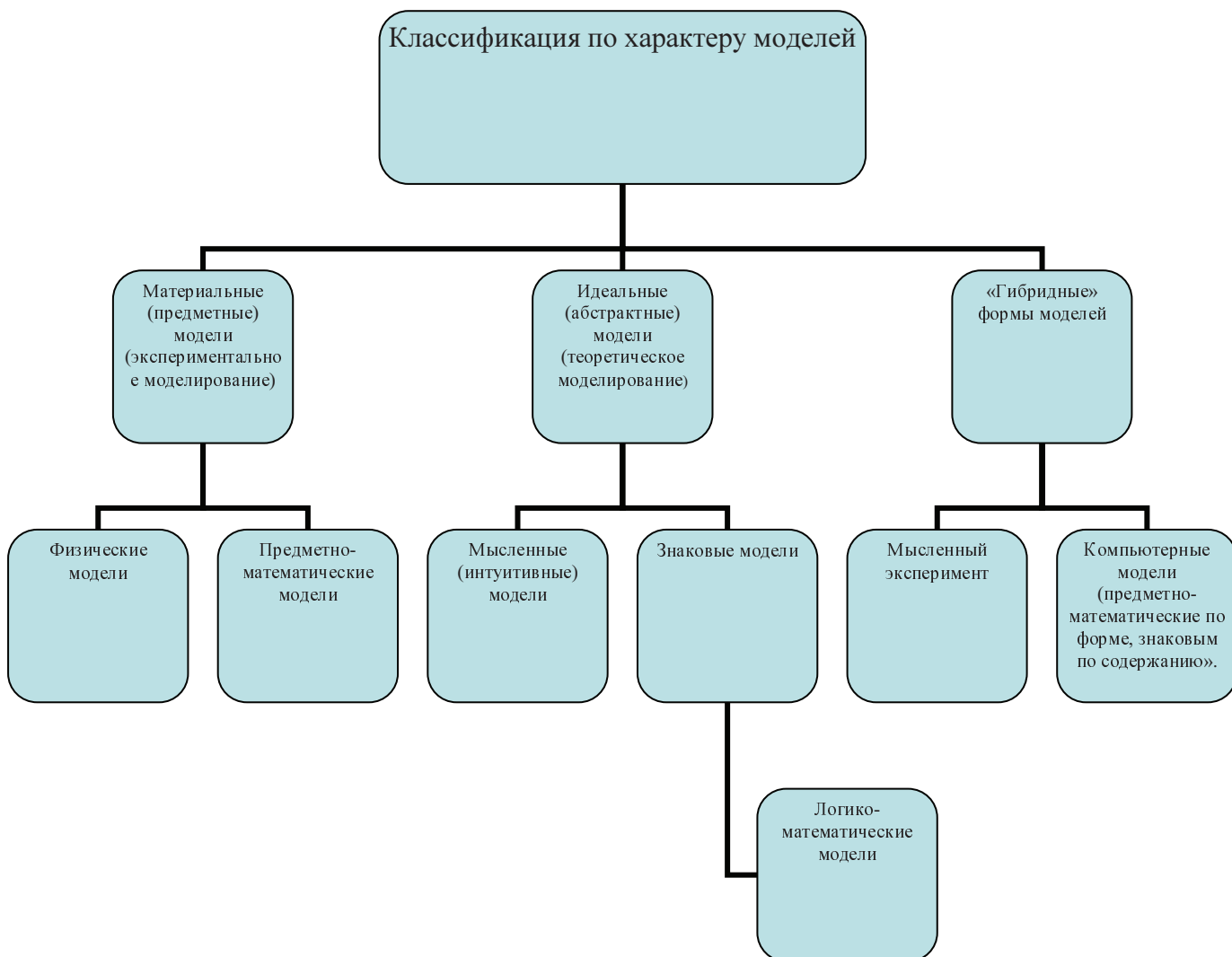


Рис.1

можно пренебречь.

Четвёртый тип моделей назовём *моделями с упрощением*. В отличие от приближения здесь некоторые детали «отбрасываются» с целью выделить в этой модели то свойство оригинала, которое нас интересует в первую очередь. Выражаясь образно, модели с упрощением нужны для того, чтобы не возникало ситуации, когда «за деревьями не видно леса». Классическим примером модели с упрощением является уравнение

состояния Ван-дер-Ваальса для одного моля реального газа:  $\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$ , где  $P$  –

давление,  $V$  – объём,  $T$  – абсолютная температура,  $R$  – универсальная газовая постоянная,  $b$  – поправка на собственный объём молекул,  $a$  – поправка на взаимодействие между молекулами. В данной модели Ван-дер-Ваальса полностью отброшены такие детали, как зависимость силы взаимодействия от расстояния между частицами; тем не менее, модель Ван-дер-Ваальса содержит в себе фазовые переходы (газ-жидкость, жидкость-газ), а также плохую сжимаемость жидкостей, т.е. оказывается полезной при анализе изменения состояния газов и жидкостей.

Модели пятого типа – *эвристические* модели. Эти модели, в отличие от моделей предыдущего типа, отличаются в основном количественно: отбрасывается значительно больше деталей, чтобы какая-то определённая зависимость была видна наиболее отчётливо и выпукло. Эвристическая модель не претендует на количественное согласие с экспериментом, но должна помочь пониманию. Эвристические модели широко используются при описании процессов переноса в газах (вязкость, диффузия, теплопроводность). Для получения наглядных зависимостей каждой молекуле приписывается определённая вероятность столкновения с другой молекулой на единице пройденного пути; после каждого столкновения между молекулами последние «не помнят» о своей скорости или направлении движения до столкновения. Эта модель позволяет получить простые формулы для коэффициентов вязкости, диффузии, теплопроводности, и, несмотря на то, что ошибка этих формул велика, они правильно отражают порядок величины, и потому в первом приближении дают правильное представление о сути данных явлений.

Модели шестого типа назовём *моделями-аналогиями*. В данных моделях действительность отражается в какой-либо одной черте. Образно говоря, уцепив некоторый важный момент, можно «размотать весь клубок». Примером модели данного типа является модель обменного взаимодействия. Известно, что электрические и магнитные взаимодействия являются следствием обмена между зарядами или магнитами частицами, называемыми фотонами. Фотоны, как электрические, так и магнитные, экспериментально обнаружены, так что в природе электрических и магнитных сил нет никаких сомнений. Эта модель была чисто искусственно приписана природе ядерных сил. Перед экспериментаторами стояла только одна задача: найти те квазичастицы, которыми обмениваются нуклоны в ядре. Такие частицы были найдены, они называются мезонами. Таким образом, модель-аналог дала в данном случае положительный результат.

Завершают данную классификацию моделей *мысленные эксперименты*, причём следует различать мысленные эксперименты, состоящие в опровержении возможности, и мысленные эксперименты, состоящие в демонстрации возможности. Большим мастером мысленного эксперимента был А. Эйнштейн. Именно мысленные эксперименты привели Эйнштейна к созданию как специальной (СТО), так и общей (ОТО) теории относительности.

В заключение проведенной классификации подчеркнём, что, как и в случае других классификаций, разные типы моделей часто смешиваются между собой; другими словами, между некоторыми моделями нет чёткой границы. Но это несколько не мешает эффективно использовать данную классификацию во многих случаях. Приведенная нами классификация является исключительно классификацией по сути, именно поэтому она является наиболее полезной в творческой деятельности – как в науке, так и в

преподаванні. Однак вона отнюдь не виключає використання інших класифікацій, наприклад, при структуруванні матеріала, і в тому числі всередині будь-якої моделі «по суті». Таким чином, наведена нами класифікація доповнює описані в літературі і є найбільш переважними в творчій, в тому числі педагогічній, діяльності.

#### **Література**

1. Глинский Б.А., Грянов Б.С., Дынин Б.С., Никитин Е.П. Моделирование как метод научного исследования. - М.: Моск. ун-т, 1965.
2. Кочергин А.Н. Моделирование мышления. - М.: Наука, 1969.
3. Норенков И.П., Зимин А.М. Информационные технологии в образовании. - М.: МГТУ, 2004
4. Пайерлс Р.Е. Законы природы. - М.: Физматгиз, 1962.
5. Сичивица О.М. Методы и формы научного познания. - М.: Высшая школа, 1993.
6. Штофф В.А. Моделирование и философия. - М.: Наука, 1966.

**УДК 301 (075.8)**

**Бочаров В.В.**

### ***ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЙ ОСВІТИ***

*У статті розглянуті основні підходи до визначення функцій освіти. Показана неточність розуміння авторами різниці між функціями та завданнями освіти. Зроблений висновок про непридатність спроб виділення й аналізу функцій освіти для формування основи концептуальної моделі її вивчення.*

В теперішній час управління освітою в Україні стикається з необхідністю вдосконалення його засад, оскільки слабкість ресурсного забезпечення викликає інституціональні коливання всередині системи освіти (зіткнення різних рівнів і підсистем), а поворот до особи досягає такого кута, що освіта інколи виявляється повернутою спиною до суспільства та його потреб, бо не орієнтована на комплекс своїх функцій в суспільстві.

Функціональна модель освіти важлива для соціального управління. Вона дозволила б перевести постановку цілей з області спонтанних соціальних взаємодій у площину наукового аналізу.

В дослідницькому та соціально-прикладному плані визначення функцій освіти послужить виробленню більш універсальної системи показників впливу освіти на суспільство. Враховуючи, що сьогодні така система відсутня, не можна здійснювати порівняльний аналіз функціонування суспільства ані в тимчасовій динаміці, ані на регіональному або національному рівнях. Лише слідом за визначенням функцій наступить час зрозуміти, наскільки адекватні внутрішні структури, що склалися в системі освіти.

Функціональна модель освіти важлива й для загальнонаукового визначення сутності освіти і розробки категоріального апарату її дослідження різними галузями соціальних наук, предмети і пріоритетна проблематика яких, можливо, набудуть нових, більш системних окреслень завдяки ясному баченню функцій інституту освіти.

Метою статті є встановлення підходів до визначення функцій освіти на основі аналізу фахової наукової літератури.

У визначенні функцій освіти помітна різноголосиця, якій сприяють наступні обставини.

По-перше, соціальна віддача освіти значною мірою відкладена в часі. Суспільство і сама система освіти опиняються довгостроковими заручниками управлінських рішень і освітньої політики.