

## СИНТЕЗ СОДЕРЖАТЕЛЬНЫХ И ФОРМАЛИЗОВАННЫХ ОПИСАНИЙ В ДИДАКТИКЕ ФИЗИКИ

Наши представления о реальности в дидактике физики формируются на основе наблюдений. Но возможности непосредственного наблюдения во многих случаях ограничены, и поэтому недостающую информацию восполняют описания естественными и искусственными языками. Содержательные описания дидактики физики используют естественные языки и позволяют получать феноменологические описания её предметной области. Они основываются на использовании нестрогих понятий, которые характеризуются неопределённостью, многозначностью.

Формализованные описания, отсутствующие в дидактике физики, строятся на основе общих принципов, законов, аксиом, постулатов и позволяют устанавливать существенные связи и отношения между фактами и явлениями, что сопровождается сжатием информации. В таких описаниях объяснение осуществляется на основе подведения частного под общее, что позволяет прогнозировать события. Такие описания отличаются значительной степенью общности и абстрактности, строгостью используемых понятий, определённостью высказываний, большей однозначностью суждений. Поэтому формализованные описания могут являться не только основой для создания моделей в предметной области дидактики физики, но и позволяют под новым углом зрения видеть скрытые стороны изучаемых объектов.

Как подступиться к решению проблемы синтеза содержательных и формализованных описаний в дидактике? В поисках ответа на вопрос будем исходить из следующих положений: для формализации знаний дидактики необходимо использовать законы формализованной

системы; процесс синтеза содержательного и формализованного описаний следует вести последовательно, приближая содержательное описание к формализованному и наоборот, что не противоречит исследованиям работы [1].

Несмотря на то, что формализованные системы по степени их общности и абстрактности разнообразны, в основе их описаний лежит понятие множества – базовое математическое понятие. Оно не определяется через более простые понятия и задаётся перечислением своих элементов или указанием общего признака элементов, принадлежащих данному множеству. Это понятие оказывается чрезвычайно плодотворным в дидактике. Оно одновременно обозначает нечто одно и многое. Понятие множества означает обособленность элементов данного множества от элементов других множеств. Множество может состоять из подмножеств, а подмножества – из элементов. За неделимый элемент может приниматься любая реальность. Здесь заканчивается формализм и начинается содержательная трактовка понятия множества и его составляющих.

Классификация признаков и свойств множеств разнообразна, например, множество: обучаемых, букв в алфавите, стульев, изучаемых предметов. С множествами могут производиться самые различные операции (объединение, разбиение), а между подмножествами имеют место самые различные отношения. Совокупность всех этих понятий, описывающих множество, составляет семантическое поле понятия множества. В дидактике физики мы имеем дело с множествами психических процессов, типологических и индивидуальных свойств, от-

ношений, состояний, которые образуют семантическое поле данного понятия и с успехом используются для конкретного описания дидактических реальностей, составляющих множество.

Кроме этого, такие математические понятия, как сеть, группа, которые широко используются в дидактике в качестве моделей, имеют в своей основе понятия множеств. Систематизация, типологизация, классификация дидактических данных производится на основе понятия множества. Системные категории структура, состав, функция также основываются на понятии множества. Таким образом, для сближения формализованных и содержательных описаний полезно начинать с содержательного анализа формализованного понятия и его семантического поля.

Следующий уровень формализованной системы может быть представлен понятием базиса. Базисом в математике называется некоторое полное множество, через которое с помощью определённой операции могут быть в стандартном виде представлены элементы некоторого другого множества. Например, множество букв алфавита является базисом для множества слов в описании, а множество простых чисел является базисом множества натуральных чисел.

Воспользуемся идеей, которая заключена в математическом понятии базиса. Будем называть семантическим базисом некоторое множество понятий, которое характеризуется полнотой, возможной упорядоченностью [1] и измери-

мостью, то есть в нашем понимании базис – это полное, упорядоченное, измеримое множество знаковых объектов. С элементами этого базиса могут быть сопоставлены элементы другого множества на основании принципа установления семантической близости. Приведём пример такого базиса. В работе В.А. Ганзена [1] сформулирован постулат: любая реальность наблюдаемого мира описывается пространственными, временными, энергетическими и информационными характеристиками. Эти четыре понятия: "пространство", "время", "энергия", "информация", по мнению автора, могут быть приняты за общенаучный базис, полнота набора понятий в котором имеет эмпирическое обоснование. Такой подход автора не противоречит исследованиям А.И. Уёмова: "Вещь – это система качеств. Качественно рассматриваемая вещь, так же как и вещь в традиционном понимании, состоит из частей. Но эти части являются не частями пространства, а частями системы качеств" [3]. Таким образом, мы имеем метод разложения множества признаков исследуемого объекта по элементам общенаучного базиса. Проектируя на это множество (базис) открытое множество информационных единиц исследуемого объекта, удаётся упорядочить это открытое множество через подмножества, не пересекающиеся между собой. Приведём примеры разложения признаков некоторых понятий дидактики физики по общенаучному базису:

| Понятие                           | Элементы общенаучного базиса    |                        |                      |                   |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------|-------------------|
|                                   | пространство                    | время                  | энергия              | информация        |
| Индивидуальное сознание (условия) | Конституция                     | Возраст                | Нейродинамика        | Половой диморфизм |
| Мышление (модальности, языки)     | Знаковое                        | Символическое          | Образное             | Предметное        |
| Дидактические принципы (условия)  | Множество информационных единиц | Возрастные особенности | Механизмы восприятия | Критерии          |
| Содержание обучения (компоненты)  | Знания                          | Навыки                 | Умения               | Требования        |

В качестве элементов базиса используются понятия, обладающие развитым семантическим полем. Для определения близости признака описываемого

объекта надо соотнести этот признак со всем семантическим полем элементов этого базиса. Таким образом, используя формализованное понятие базиса и

принцип семантической близости, можно стандартизировать описание реальных объектов. Это позволяет обнаруживать избыточность или неполноту признаков описания исследуемого объекта, предсказывать свойства отсутствующих элементов описания.

Ещё один уровень формализованной системы может быть представлен понятием дихотомии. Принцип дихотомии был обнаружен в виде принципа общей раздвоенности наблюдаемого мира и представляет собой устойчивый простейший процесс увеличения разнообразия при эволюции, явлениях роста и размножения. Математически этому процессу (раздвоению) соответствует структура со следующим распределением единиц по уровню иерархии: 1, 2, 4 и т.д. Подобная структура в процессе развития непрерывно наращивается и поэтому является открытой. Однако элементы этой структуры могут становиться материалом для синтеза закрытых структур, что уже было продемонстрировано выше.

В дидактике физики можно встретить достаточное количество примеров реализации дихотомической структуры. Так, в функционально-операционной структуре индивидуальной мыслительной деятельности наиболее общей является функция анализа-синтеза, которая позволяет человеку выделять отдельные свойства реального мира и объединять их в единое представление об этом мире. Материальной основой анализа-синтеза является мозг. Тогда на следующем уровне иерархии каждая операция на основании общенаучного базиса В.А. Ганзена и принципа дихотомии "расчетверяется".

Не всегда просто проследить переходы с одного уровня иерархии на другой, то есть когда формализация содержательной области знаний дидактики осуществляется на основании дихотомии, а когда – на основании общенаучного базиса. Важным для нас является то, что как бинарную, так и базисную структуру можно рассматривать в качестве синтаксического (формализованного) общенаучного базиса, на которые накладываются

семантические базисы, а на последние, в свою очередь, проектируются описания конкретных объектов дидактики.

Из многообразия элементов описания, полученных в процессе дифференциации содержательных описаний, можно образовать различные синтезы. Они могут быть замкнутыми системами, содержащими постоянное число единиц информации, взаимодействующих между собой. Примеры таких синтезов были приведены выше.

До сих пор речь шла о механизмах формализации содержательной информации на основе простейших математических моделей, способствующих отражению реальных объектов. Действительно, принцип дихотомии в процессе дифференциации содержательной информации даёт множество (базис) из противоположных элементов. В теоретическом аппарате философии это не противоречит закону единства и борьбы противоположностей. Общенаучный базис В.А. Ганзена – четырёхэлементное факторное множество пространство/время, энергия/информация проявляет собой закон перехода количественных изменений в качественные. Данное утверждение следует из того, что пространство/время – объективные формы существования реальных систем, а энергия/информация – объективные условия движения (разнообразия) систем. Третьему закону диалектики – отрицание отрицания – также должен быть сопоставлен базис (факторное множество) с соответствующим числом элементов.

Для отыскания исходного множества мы обратились к функциональной структуре психики, поскольку любое понятие является её продуктом. В работе [1] находим, что функция отражения – одна из основных функций психики – не является единственной, поскольку отражение объективного мира не самоцель, оно необходимо для ориентировки человека в мире, регулирования его поведения и деятельности, в конечном счёте, – для выживания и развития. Второй важнейшей функцией психики является функция регулирования. Функции отра-

жения и регулирования взаимосвязаны. Эти же функции обеспечивают и непрерывное взаимодействие, взаимосвязь, интеграцию человека с окружающей его средой, то есть функцию реализации человека. С учетом одинаковости развития материи на всех уровнях каждая из функций на основании принципа дихотомии представляет собой факторное множество из двух элементов. Таким образом, третьему закону диалектики может быть поставлено в соответствие множество из шести элементов. Если базис (множество) обозначить  $M$  и учесть вложенность базисов разной размерности друг в друга, то на символическом языке цепь (ряд) базисов может быть представлена:  $M(0) \subset M(1) \subset M(2) \subset M(3)$ . Здесь  $M(0)$  – заявленное понятие (исследуемое множество);  $M(1)$  – множество из двух элементов, определяющее характер развития понятия;  $M(2)$  – множество из четырех элементов, определяющее содержание понятия;  $M(3)$  – множество из шести элементов, определяющее продукт понятия. Таким образом, предложенная цепь базисов отражает процесс развития понятия, объекта описания.

Теоретико-множественная трактовка позволяет представить развитие поня-

тия дидактики физики в форме:  $M = \{X; C; П\}$ . Здесь множество  $\{X\}$  отражает характер  $X = \{1, 2\}$  развития исследуемого объекта, а  $\{C\}$  и  $\{П\}$ , соответственно, содержание  $C = \{1, 2; 3, 4\}$  и продукт  $П = \{1, 2; 3, 4; 5, 6\}$  исследуемого понятия. Возможна графическая интерпретация теоретико-множественного представления, что облегчает восприятие состава, структуры и функций системной организации объекта.

Предложенная теоретическая модель подтверждается исследованиями Д. Гилфорда [2]. Автор на основе экспериментальных исследований мыслительных способностей индивида предложил способ представления содержательной информации в терминах "операция", "содержание", "продукт".

Таким образом, предложенная цепочка базисов есть путь системного описания объектов дидактики физики. На примере категории мышление предлагается рассмотреть механизм описания дидактических принципов и под новым углом зрения видеть скрытые стороны изучаемых объектов и практическое применение научного знания.

#### Библиографический список

6. Ганзен В.А. Системные описания в психологии. Л.: ЛГУ, 1984.
7. Guilford J.P. The structure of intellect. Psychol. Bull, 1956. № 53. P. 267-293.
8. Уемов А.И. Вещи, свойства, отношения. М., 1963. С. 21.