

Системный подход и реализация диалектических принципов при обучении физике

О. С. Филиппенко,
старший преподаватель кафедры общей физики,
Белорусский государственный университет

Введение нового образовательного стандарта общего среднего образования определило новую тенденцию в среднем образовании – тенденцию к обобщению [1, с.1]. Ранее стандарты по каждой дисциплине были разрозненными, тогда как в настоящий момент они представляют систему стандартов, регламентирующих общее среднее образование. Стандарт высшего образования ОСВО по специальности 1-31 04 01 «Физика (по направлениям)» [2, с. 1] структурирован и представляет собой систему учебных дисциплин, необходимых для подготовки специалистов.

В соответствии с введением новых образовательных стандартов общего среднего образования предусматриваются следующие требования к учащемуся при изучении дисциплины «Физика»:

*«7.5.13. По учебному предмету “Физика”: имеет представление: о **системообразующей роли** физики для развития других естественных наук, техники и технологий; научных методах познания; закономерной связи и познаваемости явлений природы, физической сущности явлений природы (механических, тепловых, электромагнитных, световых), видах материи (вещество и поле), движении как способе существования материи; границах применимости законов классической механики <...> владеет: **понятийным аппаратом** и символическим языком физики» [1, с. 180].*

Стандарт по физике для высшего образования также указывает на следующие объекты профессиональной деятельности специалиста:

«...законы, гипотезы, теоремы; математические модели и методы исследования физических объектов и процессов; измерительное и технологическое оборудование; технологические и измерительные комплексы и системы автоматизации, используемые в физическом эксперименте, производстве материалов и приборов; образовательные системы, педагогические процессы...» [2, с. 8].

Требования к некоторым компетенциям специалиста, предусмотренные в стандарте высшего образования [2, с. 9]:

«АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

ЛК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем».

Из стандартов следует, что как для учащихся, так и для специалистов одной из важнейших задач является формирование понятийного аппарата, а также комплексного, системного, междисциплинарного подходов. Кроме того, оговаривается необходимость установления связей между физическими понятиями. При построении курса физики на уровне общего среднего образования следует использовать подход, который бы позволял обобщать и объединять отдельно взятые физические понятия, законы и явления в общую систему, образующую понятийный аппарат. Примером может служить диалектический подход [3, с. 105].

Однако данный подход в современной интерпретации носит несколько видоизмененный характер. Основные принципы диалектики задают направление развития и функционирования понятийного аппарата, который можно представить в виде некоторой системы. Диалектический подход можно обозначить как основной инструмент – тренд, определяемый системным подходом.

Связь диалектического и системного подходов была отмечена в литературе [4, с. 5]. В настоящей статье рассматривается возможность применения

системного подхода с элементами диалектического при построении понятийного аппарата физики.

Системный подход в последнее время набирает популярность во многих областях. Он предполагает рассмотрение объекта исследования в виде некоторой системы, изучение которой производится по множеству критериев (структура, функционирование, основные характеристики и т. д.). Использование этого подхода позволяет не просто комплексно оценивать объект, но и применять его в практической деятельности.

Системный подход оказывается актуальным при рассмотрении понятийного аппарата физики. Его использование в качестве научного возможно при указании основных диалектических принципов.

Системный подход составляет основу такой области знания, как теория систем. Покажем его применимость при обучении физике.

Вначале приведем некоторые определения системы как таковой:

«Система – это теория (например, философская система Платона)» [5, с. 50].

«Система – это совокупность объектов природы (например, Солнечная система)» [5, с. 51].

Л. Бертраланфи рассматривал систему как комплекс взаимодействующих элементов [5, с. 51].

В. Н. Садовский и Э. Г. Юдин под системой подразумевают «взаимосвязанность элементов системы; система образует особое единство со средой; любая система представляет собой элемент системы более высокого порядка; элементы любой системы обычно выступают элементами более низкого порядка» [5, с. 52].

Если рассматривать понятийный аппарат с позиции системы физических понятий, то можно применить основные следствия рассмотрения сложных систем в конкретно взятом случае.

Используя классификацию систем [5, с. 56], получим структуру понятийного аппарата.

В качестве основных свойств понятийного аппарата можно указать незамкнутость, целостность, структурность, зависимость от воздействий, иерархичность, вариативность (многовариантность) описаний.

Остановимся на каждом из указанных свойств системы в отдельности.

Незамкнутость системы указывает на то, что в рамках разных разделов понятийного аппарата физики предусматривается взаимодействие различных физических понятий и явлений. Например, при рассмотрении таких физических величин, как масса, сила, скорость, приходится указывать различные аспекты их применения.

Целостность отвечает за обобщение конкретных понятий с установлением связей между ними посредством физических законов. Так, для получения представления об электромагнитном поле приходится объединять представления об электрическом и магнитном полях, как это сделал Максвелл в электромагнитной теории.

Структурность обуславливается устройством понятийного аппарата: круг явлений – физические величины – физические законы – физические модели – физические явления и процессы – физические теории [6, с. 52].

Зависимость от воздействий определяется использованием тех или иных физических теорий, применяемых к конкретным физическим понятиям.

Иерархично-координационная система связей понятийного аппарата может быть представлена в виде рис. 1. *Иерархичность* подразумевает объектно-ориентированный подход, что означает наследование классами новых физических понятий свойств вышележащих. В качестве примера можно указать, что объекты, имеющие скорость гораздо ниже скорости света, подчиняются законам классической механики. В то же время координационность указывает на взаимодействие элементов системы одного уровня. Различные физические величины взаимодействуют между собой посредством физических законов.

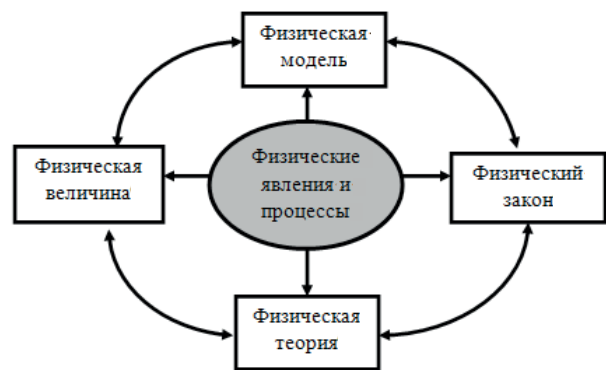


Рис. 1. Структура понятийного аппарата

Вариативность описаний. По мере развития теории в рамках той или иной концепции представления о физическом понятии сменяют друг друга. Некоторые из них были в дальнейшем отвергнуты (например, понятие эфира). Иные, напротив, существуют совместно и описывают разные стороны одного и того же объекта (например, волновые и квантовые представления о свете в рамках корпускулярно-волнового дуализма или совместное представление о классической, квантовой и релятивистской механике в зависимости от класса рассматриваемых объектов).

Для построения понятийного аппарата необходимо определить основания для классификации (рис. 2). Укажем одну из возможных классификаций:

1) природа системы: физическая. Здесь возможны два аспекта к рассмотрению. Один из них подразумевает, что понятийный аппарат – сам по себе система. Тогда его структурные элементы и есть его физические составляющие. Другой подход: отдельно взятые физические объекты (тела: элементарные частицы, абсолютно твердые тела и т. д.), поведение которых рассматривается путем построения понятийного аппарата;

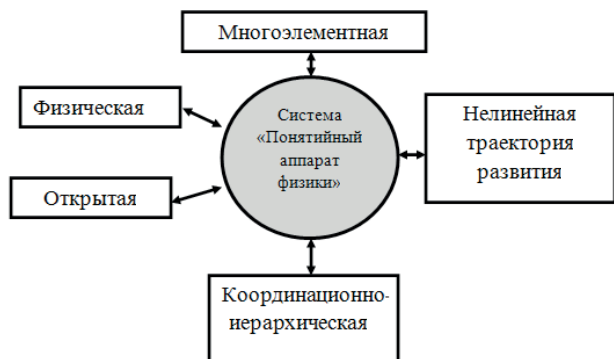


Рис. 2. Основания для классификации понятийного аппарата

2) количество элементов: система многоэлементная;

3) степень открытости: открытая система. В рамках диалектического подхода понятийный аппарат не является полностью сформировавшейся, закрытой системой. Эта система постоянно находится в развитии, имеет разветвленную сеть связей, большое количество входов и выходов с окружающей средой. В случае междисциплинарного подхода можно говорить о взаимодействии физических понятий и понятийного аппарата физики с другими областями знания (математикой, техникой, механикой и т. д.);

4) координационно-иерархическая структура понятийного аппарата представляет объединение разнородных элементов, которые включают в себя как элементы одного уровня, так и соподчиненные;

5) траектория развития системы физических понятий представляется нелинейной. Так, некоторые теории строились из противоречий. Например, классическая механика применима только для тел, движущихся со скоростями гораздо меньше скорости света. Но, с другой стороны, классическую механику можно рассматривать как частный случай релятивистской теории, хотя классическая механика Ньютона сформировалась гораздо раньше. Еще одним доказательством нелинейности теорий может служить тот факт, что уже построенные теории не смогли объяснить некоторых явлений. Эти явления были объяснены позднее другими теориями (например, вопрос о тепловом излучении, фотоэффекте).

Следующий вопрос связан с функционированием построенной системы. Понятийный аппарат системы физических понятий представляет собой условно стационарную систему. Однако она пребывает в таком состоянии недолго, поскольку развивается за счет введения новых физических понятий и связей между ними. Понятийный аппарат закрепляет за собой возможность оптимизации в зависимости от способа и объекта изучения. Так, например, при рассмотрении понятия «температура» имеет смысл выстроить последовательность связей таким образом, чтобы охватить все возможные проявления данного понятия в различных разделах физики и установить связи посредством указания физических

законов. Однако если рассматривать температуру как термодинамический параметр для описания той же термодинамики как отдельно взятой системы, подход к ее построению будет иным и опираться будет на другие аспекты.

Применение диалектических представлений к понятийному аппарату физических понятий является неотъемлемой частью его глубинного понимания. Диалектика предоставляет возможность видеть не отдельные разрозненные физические понятия и поверхностные представления о них, а погрузиться в их структуру и установить существенные связи и глубинное понимание [6, с. 15]. При попытке уйти от диалектического подхода разрушается основа, которая отвечает за системное восприятие физики.

Согласно Гегелю, существуют три основных закона (постулата) диалектики [7, с. 156] (однако иногда в литературе встречается большее количество за счет детализации первого из них):

- закон единства и борьбы противоположностей;
- закон перехода количества в качество;
- закон отрицания отрицания (двойного отрицания).

Первый постулат диалектики обосновывает и подкрепляет системный подход, в том числе применительно к понятийному аппарату. Любой объект достаточно противоречив, т. е. включает в себя множество противоположных и порой взаимоисключающих сторон, что приводит к сравнению и сопоставлению различных точек зрения (гипотез) об одном и том же объекте (физическом понятии). Кроме того, изучение объекта с разных сторон позволяет лучше понять его сущность. Из этого следует принцип всеобщей взаимосвязности (иногда выделяют в отдельный закон). Зачастую учащиеся и студенты сталкиваются с тем, что у них недостаточно хорошо выстроена система связей между понятиями и представлениями о них. Причем физическую систему понятий также обуславливают некоторые математические понятия, связями с которыми нельзя пренебрегать.

Принцип развития обуславливает дополнение, изменение, расширение понятийного аппарата, тем самым обеспечивая ее открытость и динамичность. Так, в настоящий момент в физике элементарных частиц происходят дополнения, корректировки, устанавливаются новые связи между известными физическими величинами. Движение есть один из основных постулатов диалектики.

Например, такой объект, как шарик на нитке, может быть рассмотрен как:

- модель: материальная точка. В статике с точки зрения действия сил;
- модель: материальная точка. К нему могут быть применены законы сохранения энергии. Если рассматривать систему таких шариков, то и закон сохранения импульса;
- если не считать шарик материальной точкой, то можно учесть вращение и перейти к другой модели – абсолютно твердого тела;

- математический маятник. Колебательное движение;
- аналогия с колебаниями в электромагнитном контуре и т. д.

Существование понятийного аппарата как системы обуславливается указанным законом диалектики. Происходит объединение физических величин в систему с целью выявления и устранения существующих противоречий. Произвольно связанные физические величины без противоречий бессмысленны и бессистемны. Так, на первый взгляд противоречивые результаты, полученные при проведении опытов со светом, привели к современной теории, включающей в себя корпускулярно-волновой дуализм, квантовую электродинамику.

Закон перехода количества в качество может быть переформулирован таким образом, что необходимо выделить некоторое ключевое физическое понятие, которое является определяющим для построения понятийного аппарата отдельно взятого раздела. Например, для построения понятийного аппарата электростатики в качестве основной физической величины можно выбрать электрический заряд.

Закон двойного отрицания указывает на результат и направленность процесса развития. Под отрицанием подразумевается уничтожение старого качества новым, переход из одного качественного состояния в другое.

Примером реализации этого закона является единство материи и времени в теории относительности А. Эйнштейна, поскольку по Аристотелю пространство замкнуто и неоднородно, а по Ньютону – однородно и бесконечно. Кроме того, этот закон неразрывно связан с понятием «движение». Тогда изучение каждого физического явления представляет собой движение по спирали, т. е. присутствует описание уже известных свойств (двойное отрицание), но с новой стороны (как в физических теориях). На этом принципе строится курс изучения физики.

В глобальном смысле все указанные законы диалектики обеспечивают диалектическому подходу существенный инструментарий для описания систем. Диалектический подход в этой связи представляется как некоторый алгоритм, по которому работают системы физических понятий и системный подход.

При соединении диалектики и системного подхода мы получаем мощный инструмент анализа понятийного аппарата физики.

Таким образом, в статье предложен подход, позволяющий рассматривать понятийный аппарат как

систему. Особенности рассмотренного подхода являются:

1. Системный подход применим к понятийному аппарату физики, поскольку позволяет структурировать, интегрировать, аккумулировать, синтезировать, анализировать и прогнозировать физические понятия в систему с последующим применением их в различных исследованиях, а также в практической деятельности.

2. Использование постулатов диалектики в системном подходе не просто задает систему понятий, но и выстраивает вектор ее развития.

3. Функционирование системы обеспечивает как синтез (индуктивный метод) физических понятий – агрегирование отдельных элементов в систему, так и анализ (дедуктивный) – декомпозицию системы понятий на отдельно взятые элементы с дальнейшим их рассмотрением.

Кроме того, понятийный аппарат, представляющий собой многофункциональную сложную систему, предполагает выделение в ее структуре подсистем. В нашем случае таким основанием, к примеру, может служить определенный раздел физики.

Список использованных источников

1. Образовательный стандарт общего среднего образования. – Введ. 26.12.2018 г. – Минск: М-во образования Респ. Беларусь, 2018. – 192 с.
2. Образовательный стандарт высшего образования. Первая ступень. Специальность 1-31 04 01 Физика (по направлениям). – Введ. 30.08.2013 г. – Минск: М-во образования Респ. Беларусь, 2013. – 45 с.
3. *Филиппенко, О. С.* Применение диалектического подхода к формированию понятийного аппарата физики у учащихся / *О. С. Филиппенко* // *Вестник Магілёўскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя А. А. Куляшова. Сер. С, Псіхалага-педагагічныя навукі (педагогіка, псіхалогія, методыка)*. – 2016. – № 1. – С. 105–111.
4. *Винограй, Э. Г.* Системно-диалектический подход: теория и методология: монография / *Э. Г. Винограй*; Кемеров. техн. ин-т пищ. промышленности. – Кемерово, 2014. – 308 с.
5. *Сурмин, Ю. П.* Теория систем и системный анализ: учеб. пособие / *Ю. П. Сурмин*. – Киев: МАУП, 2003. – 368 с.
6. *Слободянюк, А. И.* Понятийный аппарат физики: история, проблемы, подходы / *А. И. Слободянюк, О. С. Филиппенко* // *Фізика*. – 2014. – № 4. – С. 52.
7. *Философия: энцикл. словарь* / под ред. А. А. Ивина. – М.: Гардарики, 2004. – 1072 с.

Аннотация

В статье анализируется применение диалектики и системного подхода при описании понятийного аппарата физики. Предлагается подход, который позволяет глубже проникнуть в суть физических явлений, что способствует лучшему пониманию физики учащимися и студентами.

Abstract

Dialectics application and systematic approach to the describe of some the questions of the physical conceptual apparatus are analysed in article. Approach proposes allows deeper insight into the essence of physical phenomena which allows a better understanding of the physics by students.