

Е.А. Шимко

**Возможности модельного подхода
при формировании
естественно-научной грамотности учащихся**

E.A. Shimko

**Possibilities of the Modeling Approach
in Forming Pupil's Competence in Natural Sciences**

Исследуется возможность формирования естественно-научной грамотности учащихся при изучении физических явлений, законов и теорий. Автор рассматривает модельный подход как средство развития творческого потенциала личности, создающее условие для проявления ее активности, выражающейся в стремлении получить новое знание при использовании эмпирических и теоретических методов научного познания.

Ключевые слова: естественно-научная грамотность учащихся, методы научного познания окружающего мира, предметные и методологические знания и умения учащихся.

Глубина понимания учащимися общеобразовательных учреждений основ физической науки зависит от того, насколько сознательно и прочно они овладевают методами научного познания. Методологические знания и умения играют большую роль в процессе формирования естественно-научной грамотности учащихся, которая характеризует комплекс знаний ученика в области науки и естественно-научных дисциплинах, а также его умение использовать полученные знания для приобретения нового знания, объяснения природных явлений.

Принято выделять контекстные, знаниевые, компетентностные и аффективные компоненты естественно-научной грамотности учащихся. Контекстный компонент, который рассматривается на трех уровнях (личностный, социальный, глобальный), реализуется через жизненные ситуации, анализируемые с точки зрения науки. В знаниевый компонент входят знания ученика об окружающем мире и знания о естественных науках. Под компетентностным компонентом понимают умения ученика применять научные знания в ситуациях жизненного характера. Аффективный компонент оценивает интерес и любознательность ученика к естественным наукам. По мнению М.Ю. Демидовой, все компоненты естественно-научной грамотности создают условия применения знаний и умений в новой ситуации, т.е. для реализации компетентностного подхода в образовании: «Содержание предмета «Физика» определяет возможный круг

In this article possibility of forming pupil's competence in natural sciences is considered during their studying of physical phenomena, laws and theories. The author considers the modeling approach as means of development of person's creative potential which give him opportunity to realize his activity expressed in aspiration to receive new knowledge using empirical and theoretical methods of scientific knowledge.

Key words: pupil's competence in natural sciences, methods of scientific knowledge of surroundings, subject and methodological knowledge and abilities of pupils.

жизненных ситуаций и характер проблем, в рамках которых можно формулировать компетентностно-ориентированные задания» [1, с. 218].

Необходимость использования модельного подхода на уроках физики обусловлена созданием новой концепции образования, которая состоит из следующих положений:

1. Учебно-воспитательный аспект концепции заключается в том, что методика подачи учебного материала предполагает перемещение центра тяжести с заучивания и запоминания материала на приобретение опыта деятельности в сфере физики и ее практического применения.

2. Философский аспект концепции заключается в том, что философской основой учения должен служить современный метод научного познания, суть которого – в модельном отражении действительности, в приближении знаний к истине.

3. Дидактический аспект концепции заключается в том, что для овладения научными знаниями учащиеся должны познакомиться с методами познания и приобрести умение ими пользоваться, поэтому учебный материал лучше всего подавать в форме экспериментальных и теоретических исследований.

4. Психологический аспект концепции предполагает признание опыта деятельности в сфере изучаемого предмета решающим фактором обучения и интеллектуального развития (организация самостоятельной познавательной деятельности через актуализацию

факторов интеллекта, присущих творческой деятельности).

В настоящее время считается общепринятым, что система предметных и методологических знаний формируется у детей в основном в ходе школьного обучения. Усваивая знания по различным учебным дисциплинам, ребенок овладевает одновременно и способами, которыми эти знания добывались, т.е. методами познания, приемами мышления, направленными на решение познавательных задач. Процесс усвоения предметных и методологических знаний у школьников целесообразно рассматривать с точки зрения использования основных положений психодидактики.

В работах А.Н. Крутского психодидактика представлена как отрасль психолого-педагогического знания, предметом которой является система методологических подходов к обучению (проблемный, программированный, дискретный, системно-функциональный, системно-структурный, системно-логический, индивидуально-дифференцированный, коммуникативный, игровой, межпредметный, историко-библиографический, демонстрационно-технический, задачный, модельный) [2]. Методологическим подходом А.Н. Крутский называет психолого-дидактическую структуру обучающей и учебной деятельности и выделяет в ней четыре составляющие (дидактическую, психологическую, методическую и частно-предметную). Используя представление автора о структуре обучающей и учебной деятельности, рассмотрим возможности модельного подхода.

Дидактическая составляющая методологического подхода обусловлена выбором конкретной дидактической цели обучения, в данном случае – формирование естественно-научной грамотности для развития личности ученика. В.В. Давыдов, выявляя условия, при которых деятельность становится средством развития личности, анализирует эмпирический и теоретический способы познания: «Эмпирический способ познания связан с формальным обобщением предметов, с выделением в них формально общего» [3, с. 55]. Этот вид обобщения предполагает анализ, направленный на выделение единой основы наблюдаемого разнообразия явлений. Установлено, что при теоретическом познании человек должен выполнять особые познавательные действия: моделировать изучаемое явление, анализировать роль условий в его существовании, рефлексировать (осмысливать) характер собственных познавательных действий. Следовательно, содержательное обобщение предметов путем моделирования, т.е. использования модели, позволяет учащимся перейти от эмпирического способа познания к теоретическому.

Понятие «модель» произошло от латинского слова «*modulus*», что означает «мера», «образец». Первоначальное определение позволяло использовать

понятие для обозначения образа или вещи, сходной в каком-либо отношении с другим образом или вещью. В настоящее время этот термин широко используется в различных сферах человеческой деятельности и имеет множество смысловых значений. Модель есть мысленно представляемая или материально реализованная система, которая, отображая или воспроизводя объект исследования, способна замещать его так, что ее изучение дает нам новую информацию об этом объекте. После выработки исходного модельного представления изучаемого явления человек, подходя к решению познавательной задачи, приступает к действиям анализа. Они состоят в преобразовании условий с целью установить их роль в существовании явления. Под условиями здесь понимаются отношения разных характеристик явления. Анализ как выяснение существенности тех или иных условий связан в конечном счете с выделением из разных отношений такого, изменение характеристик которого оказывает решающее влияние на существование явления.

Можно рассматривать различные виды классификации моделей, но в любом случае модель будет выступать как своеобразный инструмент познания, с помощью которого изучается природный объект или явление.

В результате предметного моделирования происходит изучение объекта или явления путем построения и исследования его модели, осуществляемое с определенной целью и состоящее в замене эксперимента с оригиналом экспериментом на модели. Примером материального (предметного) моделирования является физическое моделирование, при котором реальный объект замещается его увеличенной или уменьшенной копией, позволяющей осуществлять изучение свойств объекта. В этом случае отбрасываются те параметры оригинала, которые несущественны при изучении объекта или явления. На начальном этапе исследования модель помогает понять структуру объекта, его основные свойства, а также законы развития и взаимодействия с окружающей средой. На следующем этапе модели нужны для того, чтобы выявить наиболее оптимальные способы управления объектом или явлением в соответствии с выбранной целью исследования. На заключительном этапе модель уже используется для прогнозирования прямых и косвенных последствий воздействия на объект или процесс заданными способами.

Психологическая составляющая методологического подхода связана с выбором психической функции личности обучаемого, которая обеспечивает эффективность обучения. В данном случае объектом модельного подхода является знаковое и аналоговое представление информации. Знаковая информация – материализация какого-либо понятия, действия или суждения в результате трансформации «аналог → знак». Данный процесс связан со знаковым модели-

рованием, использующим в качестве модели знаковые преобразования какого-либо вида. Знак – это материальный, чувственно воспринимаемый предмет (явление, действие), который выступает как представитель другого предмета, свойства или отношения. Можно классифицировать знаки по принципу их внешнего изображения, подразделяя их на символические, графические, рисуночные, словесные. Любая классификация отражает тот факт, что знаковая информация создает описание окружающей человека действительности. Знаки можно подразделить по объему информации, которую они несут, на знаки как носители единичной, понятийной и тезисной информации.

1. Знаки как носители единичной информации замещают отдельные элементарные явления или действия, которые трудно поддаются расчленению на более простые элементы (в системе письма – это буквы, в математике – знаки равенства, сложения, вычитания).

2. Знаки как носители понятийной информации замещают отдельные понятия (в речи – это слово, в физике – обозначение приборов).

3. Знаки как носители тезисной информации замещают суждение или умозаключение (в речи – это предложение, в математике, физике и химии – формулы).

Аналоговая информация представляет собой проекцию объективной реальности, вызванную воспринимаемыми человеком зрительными образами, звуками, чувствами. В формировании данной проекции участвуют три процесса – обобщение, исключение и искажение информации, которые предназначены для понимания окружающей человека действительности в рамках его восприятия. Аналоговая информация является основой для аналогового и интуитивного моделирования. Аналоговое моделирование – моделирование по аналогии явлений и процессов, которые имеют различную физическую природу, но одинаково описываются формально (с помощью одинаковых по форме математических уравнений). Интуитивное моделирование основано на интуитивном представлении об объекте исследования, не поддающемся или не требующем формализации (математического описания особенностей протекания явления или процесса).

Все перечисленные виды моделей в случае преобразования «аналог ↔ знак» можно отнести к идеальным. В отличие от материальных моделей, они являются особым видом словесно-знаковой идеализации в науке.

Методическая составляющая методологического подхода связана с преобразованием учебного материала, которое позволяет инициировать выбранные психические функции и выполнять поставленные цели обучения при использовании определенных методов и средств. Среди компонентов методологических знаний при преобразовании учебного материала можно выделить:

– понятия (абстракция, аддитивность, аксиома, алгоритм, анализ, атрибут, вероятность, взаимодействие, вид и род, вещь, закон, идеализация, изменения, иерархия, константность, концепция, объект и предмет, объяснение, определение, отношение, парадокс, поведение, понятие, противоречие, процесс, синтез, свойство, связь, система, символ, состояние, структура, факт, элемент, эффект, явление);

– методы (анalogии, аналитический, генетический, дедукции, индукции, классификации, систематизации, обобщения, моделирования, наблюдения, системный, теоретический, эмпирический);

– принципы (соответствия, дополнительности, симметрии, причинности);

– категории (абсолютное и относительное, внешнее и внутреннее, качество и количество, необходимость и случайность, причина и следствие, явление и сущность).

О модельном подходе можно говорить только в том случае, если указанное преобразование позволяет реализовать коммуникативную, познавательную и замещающую функции моделирования. Коммуникативная функция направлена на передачу сообщения от одного человека к другому, декодирование сообщения, считывание информации, посылаемой от одного к другому. Познавательная функция нацелена на отражение, воспроизведение реальности в деятельности человека, результатом которой является новое знание о мире. Замещающая функция проявляется при функциональном замещении объекта знаково-символическими средствами.

Частно-предметная составляющая методологического подхода позволяет оперировать конкретными научными понятиями в рамках учебного предмета. Уровень предметной методологии включает в себя методы фиксации наблюдений за условиями протекания физических явлений и методы экспериментального и теоретического исследования изучаемых особенностей объекта или явления. В данном случае учебная и обучающая деятельность при формировании предметных и методологических знаний разворачивается в следующем направлении:

Первый уровень – задания для описания объекта или явления опираются на житейский опыт учащихся, т.е. не требуют наличия специальных предметных компетенций.

Второй уровень – задания требуют наличия элементарных или фрагментарных предметных компетенций, перечень которых составляется на основе Государственного образовательного стандарта.

Третий уровень – задания требуют наличия сформированной системы фундаментальных образовательных компетенций по конкретному учебному предмету.

В случае применения модельного подхода к учебному предмету «Физика» все ранее перечисленные

компоненты методологических знаний могут быть использованы обучаемыми при составлении различного рода таблиц и схем в целях обобщения и систематизации знаний по физике (табл.).

Идеализированная модель физического тела (материальная точка, абсолютно твердое тело, идеальный газ и т.д.) является, с одной стороны, моделью реального объекта, а с другой стороны, абстрактным объектом, обладающим некоторыми физическими свойствами реального объекта, существенными для определенного круга задач. Модельный подход в этом случае позволяет:

- изучать реальные объекты и явления;
- устанавливать и формулировать физические законы;
- изучать структуру и особенности фундаментальных физических теорий.

По мнению В.Г. Разумовского, для правильной организации познавательной деятельности учащихся при изучении структуры научной теории необходимо использовать циклический процесс познания: *опытные факты* → *модель-гипотеза* → *следствия* → *эксперимент* [4, с. 14]. Следует устанавливать опытные факты при демонстрации эксперимента, которые должны способствовать возникновению любопытства и удивления у школьников. Это будет вызывать у них желание понять природу наблюдаемых явлений. Но любой лабораторный физический эксперимент

является еще и моделированием, поскольку в нем наблюдается конкретный случай физического явления в частных условиях.

Далее выдвигается гипотеза относительно их общности. Эта гипотеза обладает эвристическим свойством. Она позволяет предвидеть другие факты, которые не были известны при обобщении (речь идет о получении следствий). Гипотеза не просто регистрирует, суммирует и обобщает известные факты, а дает им объяснение, в силу чего ее содержание значительно богаче тех данных, на которые она опирается. Научная гипотеза должна обеспечивать эмпирическую проверяемость, теоретическое и логическое обоснование, возможность объяснения соответствующих явлений. Совокупность гипотез различной степени общности вместе с установленными законами образуют научную теорию.

Основой физической теории служат абстрактные модели, которые представляют собой идеальные объекты и понятия, адекватно отражающие свойства реальных физических тел и явлений.

Справедливость предсказанных следствий проверяется экспериментом. Если теоретические следствия из исходной модели экспериментально подтверждаются, значит, абстрактная модель, положенная в основу теории, верно отражает свойства изучаемых явлений. В случае отрицательного эксперимента для их объяснения требуется выдвижение новых гипотез.

Сравнение моделей в молекулярной физике

Модель	Идеальный газ	Газ Ван-дер-Ваальса
Описание модели	<i>Частицы:</i> материальные точки (размер частиц намного меньше расстояния между ними). <i>Движение частиц:</i> хаотичное. <i>Взаимодействие частиц:</i> <ul style="list-style-type: none"> • притяжение отсутствует; • отталкивание возникает при столкновении частиц 	<i>Частицы:</i> упругие, абсолютно твердые шарики, имеющие конечные размеры. <i>Движение частиц:</i> хаотичное. <i>Взаимодействие частиц:</i> <ul style="list-style-type: none"> • притяжение существует между соседними частицами; • отталкивание возникает на малых расстояниях, сравнимых с размерами частиц
Уравнение состояния	Уравнение Менделеева-Клапейрона: $pV = \frac{m}{M} RT,$ <p>где p – давление газа; V – объем газа; m – масса газа; M – молярная масса вещества; T – абсолютная температура; R – газовая постоянная.</p>	Уравнение Ван-дер-Ваальса: $\left(p + \frac{a}{V}\right)(V - b) = \frac{m}{M} RT,$ <p>где a – поправка на внутренне давление, обусловленное силами взаимного притяжения частиц; b – поправка, характеризующая объем, занимаемый частицами</p>
Внутренняя энергия	$U = f(T)$ <p>не зависит от объема газа V, так как</p> $U = \sum \bar{E}_k = \frac{i}{2} NkT = \frac{i}{2} \frac{m}{M} RT$	$U = f(T, V)$ <p>зависит от объема газа V, так как</p> $U = \sum \bar{E}_k + \sum \bar{E}_n = \frac{i}{2} \frac{m}{M} RT + N\bar{E}_n$
Значение модели	Описывает свойства реальных газов при температурах, далеких от абсолютного нуля, и при малых значениях плотности	Дает качественное объяснение основных отличий в поведении реального газа от идеального. Достигается большее согласие теории с результатами эксперимента

Таким образом, благодаря экспериментальной проверке теоретических выводов можно судить о степени адекватности модели, положенной в основу теории, реальным явлениям и установить границы применимости данной теории, которая, в свою очередь, тоже является модельным представлением – главным результатом абстракции в процессе научного познания окружающего мира.

На основании вышесказанного можно сделать вывод о том, что модельный подход является средством развития творческого потенциала личности, которое создает условия для ее активности, выражающейся

в стремлении получить новое знание при использовании эмпирических и теоретических методов научного познания. При регулярном использовании подобного вида деятельности у выпускников школы вырабатывается общий подход к решению сложных проблем: сначала попытаться собрать множество научных фактов, выдвинуть идею для их объяснения с единых позиций, а затем развить ее для прогнозирования новых событий. Этот подход, несомненно, способствует формированию компетентностного компонента естественно-научной грамотности учащихся, а именно их предметных и методологических умений.

Библиографический список

1. Демидова, М.Ю. Компетентностно-ориентированные задания в естественнонаучном образовании / М.Ю. Демидова // Народное образование. – 2008. – №4.

2. Крутский, А.Н. Психодидактика среднего образования / А.Н. Крутский. – Барнаул, 2008.

3. Давыдов, В.В. Виды обобщения в обучении: Логико-психологические проблемы построения учебных предметов

/ В.В. Давыдов ; Психологический институт Российской академии образования. – 2-е изд. – М., 2000.

4. Разумовский, В.Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике / В.Г. Разумовский. – М., 1975.