

## О МЕТОДОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И ОБОБЩЕНИЙ В ХИМИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ПРЕДМЕТУ

А. В. Мануйлов

Новосибирск, Институт педагогических исследований одаренности детей  
Российской академии образования

В российском методическом журнале «Химия в школе» в последние годы публиковалась серия статей под общим названием «Химия без логических разрывов» [1]. Логическим разрывом мы называем такое изложение учебного материала, при котором используемые основания либо противоречат ранее полученным знаниям, либо сами по себе внутренне противоречивы. Однако такая ситуация (когнитивный конфликт) порой возникает не в силу какой-то осознанной злонамеренности авторов учебников или учителей, а тогда, когда ими отождествляется материальный объект (или явление) с его теоретической моделью. Этой методологической ошибке не уделяется достаточного внимания ни в школьных курсах химии, ни при подготовке учителей химии в педагогических университетах.

Отождествление природного объекта с одной из его теоретических моделей – достаточно распространенное явление даже в профессиональной научной среде. Один из характерных примеров – публикация в авторитетном журнале статьи, авторы которой утверждают, что осуществили прямое наблюдение  $d$ -орбиталей атома меди в кристалле  $\text{Cu}_2\text{O}$  [3]. Статья вызвала как восторженные отклики, так и достаточно едкую критику [2]. Если говорить о последней, то нельзя не признать, что в рамках волновой модели атома атомные орбитали являются математическими функциями, которые затруднительно «наблюдать экспериментально» – подобно тому, как невозможно в опыте наблюдать, например, систему координат, использованную для описания физического объекта.

Можно говорить о том, что в течение десятилетий выработался определенный стиль изучения в школе и вузе теоретических моделей химии, когда избегают делать акцент на допущениях, сделанных при создании той или иной модели. Например, учащиеся в большинстве своем не осведомлены о том, что та же волновая модель атома является одноэлектронной моделью, и теоретики вынужденно распространили ее на многоэлектронные атомы. При изучении химической связи нередко используется сначала боровская модель для объяснения возникновения ионной связи, и далее волновая модель – для объяснения возникновения связи ковалентной. Графические изображения этих моделей различаются настолько, что учащимся трудно психологически примириться с мыслью о том, что речь идет, по сути, о родственных явлениях (например, об образовании химических связей в хлориде натрия, хлороводороде и молекуле хлора). То, что профессиональным химикам кажется само собой разумеющимся, может не казаться таковым учащимся – особенно на начальных этапах обучения.

Когнитивный конфликт не обязательно связан с отождествлением природных объектов с их моделями – другим фактором может выступать консервативное отторжение новых подходов, приверженность к традиционным обобщениям. Например, при изучении периодической системы в ее короткопериодном варианте не делается акцент на том, что элементы главных и побочных подгрупп, вообще говоря, могут не иметь ничего общего между собой. Наоборот, подчеркивается общность элементов (наибольшая степень окисления совпадает с номером группы), хотя это правило имеет немало исключений. Длиннопериодная форма содержит в группах действительно однотипные элементы, но фактически до сих пор полноценно не используется в России именно по указанной выше причине.

Еще одним фактором является нежелание обучающихся в ряде случаев объяснять важные для понимания детали. Например, при изучении гальванических элементов и ряда стандартных электродных потенциалов в водных растворах используется модель поверхностной растворимости металлов и двойного электрического слоя. Однако трудно встретить учебное пособие, где объяснялось бы, каким образом удастся измерить электродный потенциал в водных растворах для таких активных металлов, как литий, натрий, калий (использование

разбавленной амальгамы в качестве электрода). Аналогичные примеры можно приводить и для других тем общей, неорганической и органической химии. Например, при изучении ориентирующего влияния заместителей в реакциях электрофильного замещения учащимся редко сообщают причины, по которым непосредственно связанный с бензольным кольцом электроотрицательный атом кислорода проявляет мощный электронодонорный эффект. Следует отметить, что многие учащиеся в описываемых ситуациях не осознают возникающего когнитивного конфликта – они просто испытывают дискомфорт от того, что не понимают предмета. Этот фактор, существенно влияющий на мотивацию к изучению химии, обязательно необходимо учитывать при подготовке будущих учителей химии в педагогических университетах и в системе повышения квалификации.

В то же время химия как никакая другая наука насыщена теорией, без овладения которой невозможно представить полноценного химического образования. На наш взгляд, методология использования теоретических моделей при обучении химии может быть описана несколькими основными положениями:

– теоретические модели в разделах химии должны изучаться именно как модели, а не как природные объекты или явления. Учащимся должно быть сообщено, что изучается именно *модель*;

– следует акцентировать внимание на предсказательных возможностях изучаемой модели, одновременно обсуждая неизбежные допущения и упрощения, сделанные при ее создании;

– необходимо проводить сравнительный анализ предсказательной силы альтернативных моделей, если они имеются для одного и того же природного объекта или явления.

Современный образовательный стандарт декларирует принцип фундаментальности образования. Последний, в свою очередь, предполагает сохранение научности, которая связана с непротиворечивостью обучения содержанию базовой науки. На наш взгляд, изложенные выше соображения не входят в противоречие с этим требованием, а лишь дополняют и конкретизируют его.

#### Список литературы

1. Мануйлов, А.В. Химия без логических разрывов / А.В. Мануйлов // Химия в школе. – 2013. – № 4. – С. 44–49; Единая природа химической связи / А.В. Мануйлов // Химия в школе. – 2014. – № 2. – С. 51–58; Современная Периодическая система / А.В. Мануйлов // Химия в школе. – 2014. – № 6. – С. 54–60; Превращения энергии в химических реакциях / А.В. Мануйлов // Химия в школе. – 2015. – № 4. – С. 6–13; Скорость реакции и химическое равновесие / А.В. Мануйлов // Химия в школе. – 2016. – № 2. – С. 9–17; Кислотно-основное равновесие в растворах и шкала pH / А.В. Мануйлов // Химия в школе. – 2017. – № 6. – С. 45–52; Гидролиз солей как реакция, обратная реакции нейтрализации / А.В. Мануйлов // Химия в школе. – 2018. – № 1. – С. 40–46.
2. Scerri, E.R. Have Orbitals Really Been Observed? / E.R.Scerri // J. Chem. Education. – 2000. – Vol. 77(11). – P. 1492.
3. Zuo, J. M. Direct observation of *d*-orbital holes and Cu–Cu bonding in Cu<sub>2</sub>O / J. M. Zuo, M. Kim, M. O'Keeffe, J. C. H. Spence // Nature. – 1999. – Vol. 401. – P. 49–52.

УДК 372.854

## **РОЛЬ ДОМАШНИХ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ХИМИИ В ФОРМИРОВАНИИ И РАЗВИТИИ У ШКОЛЬНИКОВ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ УМЕНИЙ**

*Г.Л. Маршанова,  
Москва, ГБОУ «Школа № 1596»*

Практические работы – неотъемлемая часть процесса обучения химии. Они направлены на закрепление полученных теоретических знаний и развитие умения применять эти знания, а также на формирование и усовершенствование экспериментальных умений и навыков. На практических занятиях опыты учащиеся выполняют, как правило, самостоятельно (индивидуально или в парах, как позволяют возможности школьного кабинета химии), что способствует повышению дисциплины, собранности, ответственности,