

УДК 576.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ФОРМА СОПРЯЖЕННОЙ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ БИОЛОГИИ

Третьякова И.А.

*Челябинский государственный педагогический университет, Челябинск,**e-mail: tretyakovaia10101966@mail.ru*

Целенаправленно методологический потенциал моделирования как общенаучного метода познания при изучении биологических систем может быть реализован должным образом только в купе с теми **принципами**, которые отражают сущность организации, функционирования и эволюции материи в целом. Одним из таких принципов (обоснованный нами ранее) является сопряжение. Уникальность принципа сопряжения в этом аспекте заключается в том, что он одновременно конкретизирует и системный и деятельностный подходы при создании моделей разного уровня интеграции. Первая часть этого принципа предписывает нахождение элементов у зарождающейся системы, вторая, деятельностная сторона, – выявляет сопряженную (общую) область между структурными элементами, механизм взаимодействия между ними, который обуславливает выявление нового качества у изучаемой системы. Принцип сопряжения конкретизирует одновременно идеи системно-деятельностного подхода, который, положен в основу разработки современных школьных и вузовских стандартов.

Ключевые слова: материя, взаимодействие, сопряжение, принцип, биология, моделирование, система, деятельность, познание

SIMULATION AS A FORM OF COGNITIVE-EMITTING ACTIVITIES OF STUDENTS IN STUDYING BIOLOGY

Tretyakova I.A.

Chelyabinsk State Pedagogical University, Chelyabinsk, e-mail: tretyakovaia10101966@mail.ru

Purposefully methodological potential of both general scientific method of cognition in the study of biological systems can be implemented properly only with those principles laid that reflect the culture of the Organization, the functioning and the evolution of matter in General. One of these principles (informed us earlier) is pairing. The uniqueness of the principle involved in this aspect is that it simultaneously specifies the system and activities th approaches when creating models of different levels of integration. The first part of this principle prescribes finding elements emerging system, second, deatel'nostnaâ side, reveals a conjugate (overall) region between the structural elements, the mechanism of interaction between them, which makes identification of new quality from the investigated system. Pairing is the instance of the principle od-stage ideas system-activity approach, which formed the basis for the development of modern school and University standards.

Keywords: fabric, interfacing, conjugation, principle, biology, modeling, system activities, cognition

Среди естественных наук биология изучает самую высокоорганизованную форму движения материи, которая включает своих генетических предшественников – физическую и химическую формы движения. Отсюда следует, что понимание сущности биологических объектов и явлений возможно только на основе явлений физических и химических. Данная закономерность свидетельствует о сложной организации биологических объектов и во многом определяет стратегию развития современной биологической науки как в отношении экспериментальных и теоретических исследований, так и методов, используемых при этом.

Одним из эффективных методов изучения объектов и явлений материального мира служит моделирование, которое, опираясь на методологию системного подхода, конкретизирует его принципы и при этом само становится важнейшей общенаучной методологией познания объективной реальности.

Преимущество моделирования, как метода познания, проявляется прежде всего,

в том, что в моделях в той или иной форме наглядно «высвечиваются» существующие (или предполагаемые) *фундаментальные связи* у изучаемых объектов и явлений, что делает их плодотворными в познании законов и принципов организации и функционирования материальных систем в научных исследованиях и весьма удобными и эффективными для понимания сущности изучаемого материала в учебном процессе. Об огромном потенциале данного метода свидетельствует высказывание известного психолога Л.М. Фридмана: «Моделирование является важнейшим методом научного познания. Метод моделирования используется любой наукой на всех этапах научного исследования реальных явлений и процессов. Он обладает огромной эвристической силой, ибо с его помощью удается свести изучение сложного, к простому, невидимого и неосязаемого к видимому и осязаемому, т.е. сделать любой, какой угодно сложный объект доступным для тщательного и всестороннего изучения» [14, с. 89].

Вслед за наукой моделирование стало использоваться и в области образования, в том числе и биологического. Однако многолетняя практика автора работы в вузе и сотрудничество со школами позволяет констатировать, что учащиеся и даже студенты, изучающие биологические науки, имеют ограниченные представления о моделировании и моделях. Основная причина этому, по-видимому, кроется в том, что большинство учителей и преподавателей вузов не обладают должным уровнем методологической культуры, и как следствие – весьма мало уделяют внимания как обобщенным методам познания в целом, так и моделированию в частности. В то время как результаты психологических исследований свидетельствуют, что усвоение обучаемыми моделирования как общенаучной методологии познания, обогащает их методологический аппарат, делает их познавательную деятельность осмысленной и продуктивной и в итоге, обеспечивает формирование мировоззрения адекватного современной науке.

Такая точка зрения подтверждается результатами многолетних исследований М.Ю. Королева, который приходит к выводу, «...что преподаватели в силу ограниченности учебного времени крайне мало внимания уделяют обобщенным научным методам познания, что существенно сужает возможности формирования научного мировоззрения и теоретического мышления». В то время, как «повышение эффективности обучения естественнонаучным дисциплинам, специальной и профессиональной подготовки студентов в педвузах непосредственно связано с *систематическим целенаправленным* обучением методу моделирования с последующим активным использованием этого метода *на всех видах учебных занятий* с целью формирования целостного представления об окружающем мире» [2, с. 402]. Курсив наш.

При изучении биологии в школе и в вузе в познавательных целях используются те модели (символы), которые были разработаны той или иной областью биологической науки: биохимией, цитологией, генетикой эмбриологией и т. д. Такие модели выносятся как на обложки учебников, так и приводятся в различных разделах этих книг. Содержательный анализ этих моделей позволяет констатировать, что они, в лучшем случае, отображают лишь отдельные понятия, идеи (свойства, признаки), а не всю их совокупность, известную на момент их издания, и не представляют собой целостной системы. Эти модели во многом определяют успех в усвоении отдельных тем изучаемого курса. Однако выход биологии на

молекулярный и субмолекулярный уровни, а также прогрессирующая тенденция к интеграции естественнонаучных знаний определяют запрос на разработку идеальных моделей высокого уровня обобщенности, которые послужат методологической основой не только для интеграции знаний в рамках курса биологии, но и естествознания в целом.

Создание таких интегративных идеальных моделей в области биологии, может идти как минимум по двум направлениям: *общебиологическому и естественнонаучному (философскому)*. Стратегия общебиологического направления должна быть направлена на конструирование образно-знаковых моделей, отражающих наиболее общие биологические закономерности строения, функционирования и эволюцию биологических объектов всех уровней организации и их физико-химическую основу. В нашем исследовании, на роль таких моделей могут претендовать такие, как «Эмблема жизни» – идеализированная модель живых систем, «Эволюция форм в не живой и живой природе», «Энергетическое состояние электрона в метаболитах фотосинтеза и дыхания» и др. [8, 10, 13].

Естественнонаучное (философское) направление определяет создание моделей самого высокого уровня интеграции на основе общебиологических, фундаментальных естественнонаучных и философских понятий (категорий) законов и теорий, которые должны быть логически связаны в единую систему (модель), призванную выполнять содержательную и гносеологическую функции при изучении конкретных явлений природы. На статус таких авторских моделей могут претендовать: «Атрибутивная модель (схема) понятия «материя», «Общая характеристика живых систем», «Рациональное познание как сопряженная система» [5, 9, 12].

Усвоение содержания любого методологического подхода во многом детерминруется стратегией более общей методологии, которая лежит в его основе. Такой стратегией для моделирования является *системный подход*, который конкретизирует принципы самой универсальной методологии – диалектического материализма и потому является основой для более частных методов познания. Поэтому неслучайно, некоторые авторы рассматривают моделирование как разновидность системного подхода.

Методология системного подхода, лежащая в основе моделирования определяет не только содержательную стратегию этого общенаучного подхода, но и условия в которых он может оказать максимальный

эффект при его использовании как в области науки, так и в области образования. Таким *важнейшим условием является системность его применения*. Результаты нашего исследования свидетельствуют, что только *при систематическом* использовании моделирования как метода познания сущности объектов и явлений разного уровня иерархичности может быть раскрыт в должной мере его содержательный и гносеологический потенциал, а сам метод явится важнейшим базовым элементом профессиональной компетенции специалистов любого профиля. Реализации этой идеи на практике способствовал разработанный нами комплекс образно-знаковых моделей (философских, естественнонаучных, биологических) разного уровня интеграции, начиная с понятия материи и заканчивая электронным уровнем. Большинство этих моделей студенты не получали в готовом виде, а конструировали сами под руководством преподавателя. На заключительном этапе создания модели, происходило интерактивное обсуждение полученных результатов. Каждый студент сравнивал разработанную им модель с моделью преподавателя и в случае необходимости вносил соответствующие коррективы. При такой познавательной деятельности студенты более полно осознавали содержательный и гносеологический потенциал моделирования и сконструированной ими модели и эффективно использовали (конкретизировали) этот потенциал учебном процессе.

Использование в учебном процессе таких моделей имеет исключительное значение в двух аспектах. Первый аспект обусловлен тем, что идеальные модели, созданные на основе теоретического синтеза естественнонаучных (общебиологических) и философских знаний играют огромную методологическую роль, так как заложенные в них общие закономерности во многом определяют стратегию изучения не только биологических дисциплин, но и естествознания в целом. Постоянное использование этих закономерностей при изучении объектов материального мира приводит к тому, что общие законы природы становятся общими законами мышления учащихся и студентов, обеспечивая осуществление более быстрыми темпами познание сущности изучаемых объектов и явлений, а также их взаимосвязи, формируя единую картину научного миропонимания. Второй аспект, предопределен большой значимостью образно-знаковых моделей высокого уровня интеграции в формировании обобщенно-образного мышления у обучаемых, наличие которого обосновал Г.А. Твердохлебов.

На основании экспериментальных исследований данный автор приходит к выводу о том, что обобщенно-образное мышление является связующим звеном между наглядно-образным и понятийным мышлением [7, с. 1–5]. Установление данной формы мышления является исключительно значимым, так как во многом определяет стратегию перехода от наглядно-образного к понятийному виду мышления. Косвенным подтверждением существования четвертого вида мышления является концепция Ж. Пиаже о четырех уровнях (этапах) развития процесса мышления в онтогенезе современного ребенка [4, с. 179].

Целенаправленно методологический потенциал моделирования как общенаучного метода познания при изучении биологических систем может быть реализован должным образом только в купе с теми *принципами*, которые отражают сущность организации, функционирования и эволюции материи в целом. Это предопределено основным критерием, согласно которого модель должна отражать, прежде всего, сущностные связи изучаемого объекта или явления. В этой связи особо значимыми при конструировании моделей являются принципы, отражающие внутренние стороны взаимодействия, через которые согласно Ф. Энгельса только и *познается сущность объектов и явлений*.

По мере развития научного знания выявляются новые принципы *взаимодействия* между элементами материи, которые позволяют глубже понять механизмы *организации, функционирования и эволюции* как конкретных объектов и явлений, так и материи в целом. В предыдущих исследованиях нами доказано, что одной из внутренних сторон взаимодействия является *принцип сопряжения*, действие которого продемонстрировано на примере биологической формы движения материи, начиная с электронного уровня и заканчивая биосферным уровнем организации живого [11]. Вполне очевидно, что этот принцип природы может и должен быть использован и при моделировании, так как мысль, по выражению П.В. Копнина «...движется по законам предмета...» [1, с. 45]. Поэтому конструирование теоретических понятийных и образно-знаковых моделей на основе закономерностей и принципов функционирования природных систем позволяет отразить в них существенные связи между элементами изучаемых систем, что ведет к систематизации знаний, их обобщению и целостного представления об объекте.

Сопряжение как принцип организации материи необходимо рассматривать как до-

полнение к системному подходу. В отличие от *системного подхода*, который декларирует необходимость изучения *связи* между элементами любой системы, *принцип сопряжения* предписывает выявление *взаимосвязи* между компонентами изучаемых систем, то есть выявление той *области сопряжения* между элементами системы, которая является *общей* для них и обеспечивает *целостность* этой системы, а, следовательно, и ее *качественную* особенность. Принцип сопряжения отражает тот *механизм*, с помощью которого происходит *взаимосвязь* между элементами системы и с помощью которого можно управлять данной системой. Этот принцип необходимо использовать и при конструировании моделей, как в научной, так и образовательной сфере. Он позволяет находить те пункты взаимосвязи между элементами конструированной модели, которые обеспечат ее целостность и качественную особенность, которая и будет определять ее познавательный потенциал.

Если принцип *сопряжения* обеспечивает *непрерывность* природных объектов и явлений, то в образовательной области он должен обеспечить непрерывность (*сопряжение*) всех понятий, приведение их в единую систему, которую, по-видимому, можно обозначить как *сопряженное понятийное поле*. Отдельные понятия отражают не только сущность объектов и явлений, но и их взаимодействие (*сопряжения*) с другими объектами. «Каждое понятие находится в известном отношении, в известной связи со всеми со всеми остальными» [3, с. 179]. Отсюда следует, что принцип *сопряжения* как исходное дидактическое положение выступает в двух аспектах – *методологическом и общедидактическом*.

Моделирование по праву можно назвать *сопряженным методом познания*. При конструировании образно-знаковых и других видов моделей, отражающих сущностные свойства объектов и явлений природы, учащиеся и студенты имплицитно используют принцип сопряжения, так как сопрягают чувственное и рациональное, абстрактное и конкретное, содержание и форму, анализ и синтез, эмпирическое и теоретическое. Следовательно, при построении моделей мыслительная деятельность использует практически весь научный арсенал методов, приемов и форм с тем, чтобы опосредованно отобразить сущность изучаемого объекта и при этом сделать эту сущность наглядной. Таким образом, при работе над моделью исследователь запрограммировано одновременно использует (*сопрягает*) все формы (методы) как эмпирического, так и теоретического уровней познания, что по-

зволяет создать особую форму отражения бытия – модель. Сопряжение различных методов и форм познания в процессе моделирования детерминирует его огромный методологический потенциал и статус общенаучного метода познания, который эффективно применяется во всех сферах человеческой деятельности.

Методологической основой моделирования является не только системный, но и деятельностный подход. Сопряжение этих методологий определяет общую стратегию моделирования как общенаучного метода познания. Уникальность принципа сопряжения в этом аспекте заключается в том, что он одновременно конкретизирует и системный и деятельностный подходы при создании моделей разного уровня интеграции. Первая часть этого принципа предписывает нахождение элементов у зарождающейся системы, вторая, деятельностная сторона, – выявляет сопряженную (общую) область между структурными элементами, механизм взаимодействия между ними, который обуславливает возникновение нового качества у вновь возникшей системы.

Метод моделирования в современный период образовательных реформ особенно востребован в силу того, что через данный метод реализуются идеи системно-деятельностного подхода, который, обогатившись идеями компетентностного подхода, был положен в основу разработки современных школьных и вузовских стандартов. Ключевым понятием в системно-деятельностном и компетентностном подходах выступает деятельность, многообразие которой имеет место при конструировании моделей учащимися и студентами.

Изучение биологических процессов и явлений на молекулярном и субмолекулярном уровнях предопределяет более целенаправленное использование моделей и моделирования при изучении биологических дисциплин, так как они являются средствами наглядности и кроме того выполняют методологическую функцию. Особую значимость метод моделирования приобретает при изучении физиологических процессов, в силу того, что развитие понятий и умений физиологического характера представляет значительную сложность. Физиологические понятия, отражающие процессы являются крайне абстрактными, поэтому перевести словесную информацию о физиологических процессах в цельные обобщенные образы, которые являются основной ступенью к такому понятию достаточно сложно не только учащимся, но и студентам, особенно со слабой подготовкой физики и химии. Модели же дают возможность создания

у студентов таких наглядных образов изучаемых процессов, которые выражают самые существенные свойства этих объектов, их внутреннюю структуру и сущность.

К образным моделям относят широко используемые разного рода рисунки, фотографии, схемы и т.д. При изучении физиологических функций особое значение играют логически связанные схемы и рисунки интегративного характера, которые отражают сущность не только отдельных физиологических процессов (или их этапов), но их взаимосвязь, а также механизмы их регуляции. Разработанное нами пособие «Образно-знаковые модели к курсу «Физиология растений» составлено с учетом этой идеи [6].

Представленные блоки логически связанных образно-знаковых моделей по курсу физиология растений помогают студентам не только самостоятельно разобраться в сущности изучаемых, протекающих в растениях, но и усвоить моделирование как важнейший метод познания, который наряду с другими послужит фундаментальной основой для их самообразования и самообучения. При таком подходе к делу может быть сформирован обобщенно-образный вид мышления, который является качественно новой ступенью, позволяющей развить мышление студентов до понятийного уровня. Предлагаемые схемы-модели как раз и направлены для достижения этой цели.

Использование моделей в представленном пособии позволяет проводить лекции в режиме интерактивного обучения, что существенно активизирует индивидуальные умственные процессы студентов; инициирует их внутреннюю необходимость к диалогу с преподавателем и с сокурсниками; активизируют положительные чувственные и интеллектуальные эмоции, которые являясь ядром мотивации, вызывают внутренний интерес к изучению физиологических процессов и биологии в целом.

Список литературы

1. Копнин П.В. Диалектика, логика, наука / П.В. Копнин. – М.: Наука, 1973. – 464 с.
2. Королев М.Ю. Методическая система обучения методу моделирования студентов естественнонаучных и математических направлений подготовки в педвузах, дис. ... докт. пед. наук. – М., 2012. – 408 с.
3. Ленин В.И. Философские тетради / В.И. Ленин // Полн. собр. соч. – 5-е изд. – М.: Политиздат, 1963. – Т. 29. – 782 с.
4. Пиаже Ж. Избранные психологические труды. – М.: Международная педагогическая академия, 1994. – С. 179.
5. Похлебаев С.М. Атрибутивная модель понятия «Материя» как методологическая основа построения и развития современной общенаучной картины мира / С.М. Похлебаев, И.А. Третьякова // Наука и школа. – 2011. – № 5 – С. 65–68.
6. Похлебаев С.М. Образно-знаковые модели к курсу «Физиология растений»: учеб.-методическое пособие / С.М. Похлебаев, И.А. Третьякова. – Челябинск: Изд-во Челябин. гос. пед. ун-та, 2006. – 147 с.
7. Твердохлебов Г.А. Физиология мышления / Г.А. Твердохлебов // <http://www.statya.ru/index.php?op=view&id=1847>. – 2003. – 23 авг. С. 1–5.
8. Третьякова И.А. Методологическая роль сопряженной системы «эмблема жизни» в формировании биологической картины мира / И.А. Третьякова // Фундаментальные исследования. – 2015. – 2 (22). – С. 5008–5014.
9. Третьякова И.А. Обобщение и развитие как сопряженная диалектическая пара рационального познания / И.А. Третьякова // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6 (2). – С. 458–463.
10. Третьякова И.А. Сопрягающая функция электронной теории вещества при изучении механизмов взаимодействия фотосинтеза и дыхания в курсе биологии / И.А. Третьякова // Фундаментальные исследования. – 2015. – 2 (4). – С. 806–810.
11. Третьякова И.А. Сопряжение как внутренняя сторона взаимодействия и методология познания / И.А. Третьякова // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11 (9). – С. 1929–1933.
12. Третьякова И.А. Сопряжение методологий как общая стратегия изучения биологических систем / И.А. Третьякова // Наука и школа. – 2012. – № 5. – С. 83–86.
13. Третьякова И.А. Форма и содержание как сопряженная диалектическая пара рационального познания при изучении биологических объектов / И.А. Третьякова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. URL: <http://www.science-education.ru/118-14081> (дата обращения 25.07.2014).
14. Фридман Л.М. Использование моделирования в обучении // Вестник ЧГПИ. Сер. 2. Педагогика. Психология. Методика преподавания. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 1995. – № 1. – С. 88–93.