

Л. Н. Сухорукова, А. Д. Сорокин, Е. А. Власова

Системный подход в конструировании содержания среднего биологического образования

Понятие «система» со времен К. Линнея не покидает биологию. Именно биологи стояли у истоков методологии системного подхода как универсального принципа научного познания. Непременное условие развития общего биологического образования – организация его содержания с позиций системного подхода. Основные аспекты применения принципа системности таковы: выделение системы, обнаружение элементов и установление связей между ними, определение структуры системы и ее функций.

В содержании общего среднего биологического образования, по сравнению с основным общим образованием, доминирует теоретический компонент. Чтобы сделать такое содержание системным, есть два одинаково важных пути. Первый – отразить в учебном содержании принцип полицентризма и выстроить изучение живых систем в их иерархии: от клетки как элементарной живой системы – к организму, затем от организма к популяции и виду и далее – к биоценозу, экосистеме и биосфере. Это обусловлено тем, что невозможно понять структуру и свойства сложной системы, не изучив строение ее компонентов – более простых систем. Среди ныне действующих учебников, включенных в Федеральный перечень, идеи системной организации живой природы и полицентризма наиболее полно отражены в учебниках линии «Сферы». Второй путь – построение учебного содержания не по основам наук, а по основам научных теорий. Известно, что теория как высшая форма развития научного знания представляет собой систему взаимосвязанных идей, понятий, положений, следствий.

Ключевые слова: принципы (подходы) научного познания, системный подход, живые системы и их свойства, теория как система взаимосвязанных идей, понятий, положений и следствий, теории биологии, их структура и функции, системность знаний.

L. N. Sukhorukova, A. D. Sorokin, E. A. Vlasova

The System Approach in Designing of the Secondary Biological Education Content

The concept «system» since the time of K. Linney doesn't leave biology. Biologists were at the origins of the system approach methodology as a universal principle of scientific knowledge. An indispensable condition of the general biological education development is organization of its contents from positions of the system approach. The main aspects of use of the systemacity principle are the following ones: allocation of the system, defining of elements and establishment of links between them, definition of the system structure and its functions.

In the content of the general secondary biological education, in comparison with the main general education, the theoretical component dominates. To make this content systematic there are two equally important ways. The first one is to reflect the polycentrism principle into educational contents and to build studying of live systems in their hierarchy: from a cell as an elementary live system – to an organism, then from an organism to population to a species and further – to a biocenosis, ecosystem and biosphere. It is caused by the fact that it is impossible to understand the structure and properties of the difficult system without having studied the structure of its components – simpler systems. Among the current textbooks included into the Federal list, the ideas of the system organization of wildlife and polycentrism are most fully reflected in textbooks of the «Sphere» line. The second way is to make educational contents being based not on fundamentals of sciences, but on bases of scientific theories. It is known that the theory as the highest form of scientific knowledge development is a system of the interconnected ideas, concepts, statements, consequences.

Keywords: the principles (approaches) of scientific knowledge, a system approach, live systems and their properties, the theory as a system of the interconnected ideas, concepts, statements and consequences, theories of biology, their structure and functions, systemacity of knowledge.

Интегрирующую роль, предметное и методологическое единство различным дисциплинарным направлениям биологической науки придают принципы научного познания. Они задают определенную направленность научного исследования, хотя и не указывают жестко на специфику конкретных исследовательских средств. Принципы познания имеют общенаучное значение, поэтому

философы называют их общенаучными методами или подходами. Однако общенаучность сама по себе не гарантирует того, что подход будет равно эффективным везде.

Долгое время методологической и мировоззренческой основой науки о жизни был принцип историзма. В настоящее время лидирующее положение занимает системный подход. Он ориенти-

рует на изучение специфических характеристик сложноорганизованных объектов живой природы как систем. «Стратегия классической биологии – от эволюции к организации и стратегия системных исследований от организации к эволюции – представляют собой два одинаково правомерных пути познания жизни...» [11, с. 240]. Основные моменты истории развития системных представлений в биологии отражены в работе К. М. Хайлова [11]. Автор отмечает, что первое представление о связях пришло в биологию вместе с эволюционной идеей и созданием филогенетической системы. Следующий этап в развитии системной биологии был связан с пониманием вида как системы с межорганизменными генетическими связями. С начала XX в. системный подход вышел за рамки организма и вида и благодаря трудам В. И. Вернадского, В. Н. Сукачева, А. Тенсли стал ведущим направлением в изучении экосистем и биосферы в целом. В результате в биологии утвердился принцип полицентризма, согласно которому все системы живой природы рассматривались как ее равнозначные элементы. Методологические основы системного подхода применительно к биологическим явлениям наиболее полно были разработаны австрийским биологом Людвигом фон Берталанфи. Значительный вклад в разработку его понятийного аппарата внесли работы В. Г. Афанасьева, А. И. Ильина, В. И. Кремянского, Э. Г. Юдина и других философов биологии [8].

Непременное условие развития общего среднего биологического образования – отражение в его учебном содержании принципов научного познания [6, 7, 8]. Содержание курсов биологии – 10–11, в отличие от предшествующих курсов, – теоретическое. Чтобы такое содержание осваивалось осознанно и эффективно, его необходимо построить, руководствуясь идеями системного подхода [7]. Прежде всего, в учебном содержании важно отразить принцип полицентризма и выстроить изучение живых систем в их иерархии, так как нельзя понять структуру и свойства сложной системы, не изучив строение ее компонентов (более простых систем). Впервые построил учебное содержание курса общей биологии в свете движения от клетки как элементарной живой системы к организму, затем от организма к популяции и виду и

далее – к биоценозу, экосистеме и биосфере Б. В. Всесвятский [2]. Среди ныне действующих учебников, включенных в Федеральный перечень, идеи системности и полицентризма наиболее полно отражены в учебниках линии «Сферы» издательства «Просвещение» [9, 10].

Другое направление, позволяющее реализовать идеи системного подхода в содержании общего среднего образования, – обращение к теории как структурной единице учебной информации. Основные аспекты применения принципа системности здесь таковы: выделение теории как системы, обнаружение ее элементов и установление связей между ними, определение структуры и функций теории.

Проектируя системное учебное содержание курса биологии – 10–11, мы руководствовались положениями Л. Я. Зориной, что учебный предмет не может быть миниатюрной копией науки, строиться по основам наук, так как это ведет к фрагментарности знаний, механическому заучиванию фактов и положений, перегрузке учащихся. В курсах естественно-научных предметов старшей школы, где преобладает материал теоретического характера, учебное содержание важно строить на основе научных теорий. «Основы теорий» – это теории, содержание которых адаптировано применительно к общему образованию [4]. В учебном содержании курса биологии – 10–11 представлены основы теорий: клеточной, хромосомной теории наследственности, молекулярной теории гена, мутационной, закона гомологических рядов в наследственной изменчивости, классической теории эволюции, неodarвинизма или синтетической теории эволюции и др. С позиций системного подхода важно концентрировать учебное содержание вокруг изучаемых теорий, то есть рассматривать теорию в качестве структурной единицы содержания образования. Только при этом условии, согласно Л. Я. Зориной, можно обеспечить системность знаний школьников, то есть такое качество знаний, которое «...характеризует наличие в сознании ученика структурных связей, адекватных связям между знаниями внутри научной теории» [4, с. 28]. Проблема формирования системности знаний достаточно глубоко разработана в теории и методике обучения физике (Ю. И. Дик, В. Г. Разумовский). В методике биологии эти идеи

находят отражение в работах Б. Д. Комиссарова [6], Л. Н. Сухоруковой [7, 8]. Авторы основываются на положениях методологии, согласно которым теоретическое знание раскрывает сущность предмета, дает всестороннее понимание явлений и процессов. Результатом теоретического познания служат идеи, понятия, гипотезы, теории. Идея – элемент теории, составляющий ее основу. Развитая идея есть теория – система взаимосвязанных понятий, положений и следствий; высшая форма развития научного знания [3]. Структура теории (ее концептуальный аппарат), кроме научной идеи, включает исходные понятия, положения или постулаты, теоретические модели, следствия. Следствия – наиболее обширная часть теории: суждения и законы, выведенные из ее положений.

Теории в научном и учебном познании выполняют разнообразные функции: систематизирующую, объяснительную, прогностическую, методологическую [3]. В зависимости от концептуального аппарата и выполняемых функций, различают эмпирические, гипотетико-дедуктивные, математизированные теории [3].

Большинство теорий биологии – описательные и выполняют систематизирующую функцию [1]. Согласно В. П. Голованову, систематизация упрощает знание, рационально его организует. Первая теория биологии – клеточная. Классическую и современную клеточные теории с трудом можно назвать таковыми, так как их постулаты мало связаны между собой. Тем не менее в учебном содержании эти теории систематизируют знания о составе, строении, процессах жизнедеятельности, размножении и развитии клеток и организмов. Реализовать систематизирующую функцию современной клеточной теории помогает четкое определение ее основных положений с позиций системного подхода. Клетка рассматривается как элементарная живая система, открытая для веществ, энергии, информации, способная к самовоспроизведению, саморегуляции, саморазвитию [9, 10]. Формулирование положений современной клеточной теории с позиций системного подхода позволяет в дальнейшем эти положения последовательно развертывать и наполнять конкретным содержанием.

Учение Ч. Дарвина – исторически вторая теория биологии. Она более развитая, по сравнению с

клеточной теорией, и выполняет не только систематизирующую, но и объяснительную функции. В ее основе лежит идея естественного отбора, а исходные понятия (наследственная изменчивость, борьба за существование, естественный отбор) определяются друг через друга, поэтому постулаты связаны определенной логикой [7]. Изучение классической теории эволюции будет не полным без рассмотрения ее важнейшего следствия – закона необратимости эволюции. Современная эволюционная теория, которая носит название синтетической (СТЭ) или неodarвинизма, – еще более продвинутая теория, так как относится к типу дедуктивных и математизированных теорий. В ее основе лежит математическая модель – закон Харди – Вайнберга, из которого выводятся важнейшие положения теории о популяции как единице эволюции и естественном отборе мелких наследственных изменений [9]. Важно научить школьников не только логически описывать положения синтетической эволюционной теории, но и применять их при объяснении явлений приспособленности, видообразования.

Теории генетики, кроме объяснительной, выполняют и прогностическую функцию. Учение Г. Менделя – развитая теория, в состав которой входят идея дискретной природы наследственности, три закона (постулаты) и гипотеза чистоты гамет [1]. Эта теория отличается минимизацией (использованием небольшого числа исходных понятий) и четкой областью охватываемых фактов. Известно, что законы Менделя объясняют и прогнозируют лишь наследование аллельных генов, находящихся в гомологичных хромосомах, и на другие явления наследственности не распространяются. Именно поэтому учение Менделя никогда не будет опровергнуто. Во все времена многочисленные явления наследования аллельных генов будут объяснять с его позиций [1]. Однако в большинстве действующих учебников по биологии – 10–11 законы Менделя рассматриваются как эмпирические, а не как положения целостной теории, что значительно занижает познавательные возможности старшеклассников. На смену классической теории Г. Менделя пришла хромосомная теория наследственности. Возникновение этой теории было обусловлено объективными факторами – противоречием между новыми фактами,

которые не вписывались в исходные положения теории Менделя. В учебном содержании важно представить положения хромосомной теории наследственности [10] и разъяснить, что эта теория не опровергала учения Менделя. Как более широкая и полная она включила его в себя, объяснив гипотезу чистоты гамет. Кроме наследования аллельных генов, эта теория позволила объяснять и прогнозировать явления наследования неаллельных генов, наследование генов, находящихся в половых хромосомах, и другие явления наследственности. На смену хромосомной теории наследственности пришла еще более широкая по охвату фактов теория – молекулярная теория гена. К сожалению, эта теория, как правило, целостно не представлена в учебниках биологии старшей школы. Ее фрагменты об этапах реализации генетической информации общепринято изучать до генетики (парадокс!), при рассмотрении обмена веществ в клетке. Положения молекулярной теории гена не формулируются в большинстве действующих учебников, за редким исключением [9, 10]. Кроме положений об этапах реализации генетической информации, молекулярная теория гена включает положения о геноме и его отличии у про- и эукариот [9, 10].

Единственная теория биологии, которая не только дает точные предсказания, но и выполняет в научном и учебном познании методологическую функцию (служим методом в селекции), – это закон гомологических рядов в наследственной изменчивости или, как называл его сам автор, Н. И. Вавилов, теория изменчивости. Эта теория для биологов имеет такое же значение, как периодический закон Д. И. Менделеева в химии. Однако в действующих учебниках приводится лишь формулировка закона гомологических рядов, не раскрывается важнейшее следствие, вытекающее из него, что затрудняет применение закона при изучении закономерностей эволюции, то есть, можно сказать, закон не работает (однажды упоминается, и затем о нем забывают). Между тем обращение к следствию закона позволяет понять, что наследственная изменчивость вида имеет свои границы – «спектр изменчивости», за который никакой мутационный процесс не может выйти. В силу этого, зная спектр изменчивости вида (генетические запреты), его историю и факторы, оказывающие на

него давление, можно в той или иной степени предсказывать его дальнейшую эволюцию [10].

Таким образом, обращение к теории как системе идей, понятий, положений и следствий закладывает систему и в знаниях учащихся. С позиций ФГОС системное предметное содержание – основа формирования таких познавательных УУД, как описание, объяснение (установление структурно-функциональных и причинно-следственных связей), подведение под понятие, анализ и обобщение, прогнозирование, оценивание.

Системный подход тесно связан с принципом историзма. Развитие теоретических понятий от абстрактного (идеи) к конкретному (теории) аналогично историческому и логическому представлениям о предмете. «Теория – это логическое, систематически развитое понимание предмета». Поэтому изучение любого предмета должно начинаться с развитой формы, так как знание истории недостаточно для раскрытия сущности [5]. Вместе с тем логический подход не будет достаточно полным и основательным без исторического. Только единство исторического и логического позволяет получить полное исторически конкретное знание [5]. Поэтому учебное содержание, включающее основы научных теорий, должно быть обогащено проблемным изложением выдающихся открытий, например, молекулярной структуры гена, генетического кода, мобильных генетических элементов, закона гомологических рядов. Важно обратиться к персонификации идей, личности выдающихся ученых-биологов, ценностям и нормам науки как компоненту культуры.

Библиографический список

1. Алешин, А. И. Методологические проблемы теоретического исследования в биологии [Текст] / А. И. Алешин. – Горький : Политиздат, 1973. – 183 с.
2. Всесвятский, Б. В. Системный подход к биологическому образованию в средней школе [Текст] / Б. В. Всесвятский. – М. : Просвещение, 1985. – 143 с.
3. Голованов, В. П. Законы в системе научного знания [Текст] / В. П. Голованов. – М. : Политиздат, 1973. – 231 с.
4. Зорина, Л. Я. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников [Текст] / Л. Я. Зорина. – М. : Педагогика, 1978. – 128 с.
5. Ильенков, Э. В. Диалектическая логика: очерки истории и теории [Текст] / Э. В. Ильенков. – М. : Наука, 1974. – 271 с.

6. Комиссаров, Б. Д. Методологические проблемы школьного биологического образования [Текст] / Б. Д. Комиссаров. – М. : Просвещение, 1991. – 160 с.

7. Сухорукова, Л. Н. Теоретические основы культурно-исторического подхода к школьному биологическому образованию [Текст] : дис. ... д-ра пед. наук / Л. Н. Сухорукова. – Ярославль : ЯГПУ, 2001. – 300 с.

8. Сухорукова, Л. Н. Личностно-ориентированное обучение биологии в старшей школе [Текст] / Л. Н. Сухорукова. – Ярославль : ЯГПУ, 1999. – 205 с.

9. Сухорукова, Л. Н., Кучменко, В. С. Общая биология [Текст] : учеб. для общеобразоват. учреждений: профильный уровень / Л. Н. Сухорукова, В. С. Кучменко. – М. : Просвещение, 2008. – 224 с.

10. Сухорукова, Л. Н., Кучменко, В. С. Биология – 10–11 : учебник для общеобразоват. учреждений: базовый уровень [Текст] / Л. Н. Сухорукова, В. С. Кучменко. – М. : Просвещение, 2016. – 127 с.

11. Хайлов, К. М. Система и систематизация в биологии [Текст] / К. М. Хайлов // Проблемы методологии системного исследования. – М. : Политиздат, 1970. – С. 127–145.

Библиографический список

1. Aleshin, A. I. Metodologicheskie problemy teoreticheskogo issledovaniya v biologii [Tekst] / A. I. Aleshin. – Gor'kij : Politizdat, 1973. – 183 s.

2. Vsesvjatskij, B. V. Sistemnyj podhod k biologicheskomu obrazovaniju v srednej shkole [Tekst] / B. V. Vsesvjatskij. – M. : Prosveshhenie, 1985. – 143 s.

3. Golovanov, V. P. Zakony v sisteme nauchnogo znaniya [Tekst] / V. P. Golovanov. – M. : Politizdat, 1973. – 231 s.

4. Zorina, L. Ja. Didakticheskie osnovy formirovaniya sistemnosti znaniy starsheklassnikov [Tekst] / L. Ja. Zorina. – M. : Pedagogika, 1978. – 128 s.

5. P'enkov, Je. V. Dialekticheskaja logika: ocherki istorii i teorii [Tekst] / Je. V. P'enkov. – M. : Nauka, 1974. – 271 s.

6. Komissarov, B. D. Metodologicheskie problemy shkol'nogo biologicheskogo obrazovaniya [Tekst] / B. D. Komissarov. – M. : Prosveshhenie, 1991. – 160 s.

7. Suhorukova, L. N. Teoreticheskie osnovy kul'turno-istoricheskogo podhoda k shkol'nomu biologicheskomu obrazovaniju [Tekst] : dis. ... d-ra ped. nauk / L. N. Suhorukova. – Jaroslavl' : JaGPU, 2001. – 300 s.

8. Suhorukova, L. N. Lichnostno-orientirovanное obuchenie biologii v starshej shkole [Tekst] / L. N. Suhorukova. – Jaroslavl' : JaGPU, 1999. – 205 s.

9. Suhorukova, L. N., Kuchmenko, V. S. Obshhaja biologija [Tekst] : ucheb. dlja obshheobrazovат. uchrezhdenij: profil'nyj uroven' / L. N. Suhorukova, V. S. Kuchmenko. – M. : Prosveshhenie, 2008. – 224 s.

10. Suhorukova, L. N., Kuchmenko, V. S. Biologija – 10–11 : uchebnik dlja obshheobrazovат. uchrezhdenij: bazovyj uroven' [Tekst] / L. N. Suhorukova, V. S. Kuchmenko. – M. : Prosveshhenie, 2016. – 127 s.

11. Hajlov, K. M. Sistema i sistematizacija v biologii [Tekst] / K. M. Hajlov // Problemy metodologii sistemnogo issledovaniya. – M. : Politizdat, 1970. – S. 127–145.