

УДК 576.1

МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ СОПРЯЖЕННОЙ СИСТЕМЫ «ЭМБЛЕМА ЖИЗНИ» В ФОРМИРОВАНИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ МИРА**Третьякова И.А.***Челябинский государственный педагогический университет,
Челябинск, e-mail: tretyakovaia10101966@mail.ru*

Представленная «Эмблема жизни» в определенной степени раскрывает содержание понятия «Жизнь», которое является ключевым понятием биологической картины мира, точно так же, как понятие «материя» является ключевым для общенаучной картины мира. Разработанную эмблему, по-видимому, можно считать достаточно цельным символом жизни, так как в ней нашли отображение фундаментальные основы живой материи, связанные с превращением вещества, энергии, информации и формы; важнейший принцип самоорганизации – *принцип сопряжения*, который лежит в основе зарождения, сохранения и эволюции живых систем, начиная с клетки и заканчивая биосферой (изменение формы); взаимосвязь с окружающей средой; природоохранные мероприятия. В статье убедительно доказано, что *последовательные сопряженные процессы* выступают как существенная сторона организации динамических неравновесных систем, при этом усложнение биологических систем происходит на *основе усиления сопряженности* их отдельных структур и процессов.

Ключевые слова: материя, взаимодействие, сопряжение, категория, методология, естествознание, эволюция, жизнь, биологическая картина мира

METHODOLOGICAL ROLE OF THE ATTENDED SYSTEM «EMBLEM OF LIFE» IN FORMING OF BIOLOGICAL PICTURE MIRA**Tretyakova I.A.***Chelyabinsk state pedagogical University, Chelyabinsk, e-mail: tretyakovaia10101966@mail.ru*

The presented «Emblem of life» exposes maintenance of concept «Life», which is the key concept of biological picture of the world, up to a point, exactly also as a concept «matter» is key for the scientific picture of the world. Developed emblem, presumably, it is possible to consider whole enough character lives, because fundamental bases of the organized matter, matters energies related to transformation, found a reflection in it, information and form; major principle of samoorganizacii is principle of interface, which is underlaid origin, maintainance and evolution of the living systems, since a cage concluding a biosphere (change of form); intercommunication with an environment; nature protection measures. It is convincingly well-proven in the article, that the successive attended processes come forward as a substantial side of organization of the dynamic non-equilibrium systems, here complication of the biological systems takes place on the basis of strengthening of attended of their separate structures and processes. The practical using of this model for the study of biology will bring in a certain contribution not only to forming of integral biological (estestvennonauchnoy and scientific) picture of the world but also will initiate for schoolboys and students the emotional-valued attitude not only toward the studied material but also to the concrete biological objects of nature.

Keywords: matter, cooperation, interface, category, methodology, estestvoznание, evolution, life, biological picture of the world

Наряду со знаниями об объектах наука формирует знания и о методах научной деятельности. Потребность в развертывании и систематизации знаний второго типа приводит на высших стадиях развития науки к формированию методологии как особой отрасли научного исследования, призванной направлять научный поиск. Наличие специфических для науки форм и целей познавательной деятельности требует и специфических средств и методов, обеспечивающих постижение все новых объектов и все более быстрыми темпами. Эта потребность должна привести к появлению новых методов и приемов (методологий), которые станут эффективным инструментом познания окружающего мира и формой мышления не только ученых, но и учащихся и студентов.

Большое значение в усвоении методологических подходов при изучении биологических (экологических) систем различного уровня организации может играть постоянное использование такой эмблемы (символа, модели) жизни, которая будет являться символическим отображением основополагающих философских, естественнонаучных и общебиологических понятий и идей. Попытки создания таких символов и размещения их на обложках или форзацах школьных и вузовских учебников (в том числе и по общей биологии) предпринимаются большинством авторов и художественных редакторов. Анализируя символы, изображенные на форзацах ряда учебников по общей биологии отечественных и зарубежных изданий, можно констатировать, что они

отображают лишь отдельные понятия, свойства, признаки живого и не представляют собой целостной системы.

Теоретическим обоснованием создания таких символов (эмблем), безусловно, должны являться *всеобщие, общие и частные методологии, принципы и понятия*, отражающие как общие закономерности организации и функционирования материи вообще, так и специфические признаки той или иной формы движения материи, в том числе и биологической.

В нашем исследовании основаниями для построения «Эмблемы жизни» (модели) послужили *философские, естественнонаучные и биологические* принципы (категории) и закономерности. В качестве основополагающей *философской категории* было выбрано понятие «взаимодействие» в силу того, что оно позволяет выявить стратегию изучения всех явлений и объектов неживой и живой природы, а также их взаимосвязь и эволюцию. Взаимодействие как атрибут материи определяет существование и структурную организацию всякой материальной системы, ее свойства, ее объединение наряду с другими телами в систему большего порядка. Без способности к взаимодействию материя не могла бы, существовать. По мнению Ф. Энгельса сущность всех объектов и явлений познается при взаимодействии, «...позади его нечего больше познавать» [15, с. 199].

При анализе категории «взаимодействие» необходимо подчеркивать, с какой стороны мы характеризуем данное явление – с внешней или внутренней. Внешняя сторона взаимодействия проявляется как «взаимная связь отдельных движений, отдельных тел между собой...» [5, с. 405]. Во внешней стороне взаимодействия внутренняя взаимосвязь явлений лишь «высвечивается», но реально не проявляется. Внутренняя же (содержательная) сторона взаимодействия отражает взаимные превращения и переходы, взаимную обусловленность и взаимную связь [там же, с. 407].

Одна из *внутренних сторон взаимодействия*, отражающая механизм повышения уровня организации любой природной системы, нами была обозначена как *сопряжение* [9, 13]. Теоретический анализ использования данного понятия в области физики, химии и биологии и его связь с философской категорией «взаимодействие» позволили выдвинуть положение о возможности придать понятию «сопряжение» статус *естественнонаучной категории*, которая может служить основанием (методологией) для понимания сущности эволюции природных форм движения материи, и их взаимосвязи.

Биологическим основанием для конструирования модели жизни послужило, прежде всего, одно из современных и общепризнанных определений жизни в формулировке М.В. Волькенштейна, в котором в качестве всеобщих функциональных характеристик живого выделены такие три явления, как *открытость, саморегуляция и самовоспроизведение*, а в качестве фундаментальных структурных характеристик на молекулярном уровне выделены биополимеры – белки и нуклеиновые кислоты [6, с. 318]. При конструировании модели были использованы также идеи видных ученых и в частности К.А. Тимирязева, который, характеризуя фундаментальные проявления жизни, выделил три явления: превращение *вещества, энергии и формы* [12, с. 389], а также высказывание Н.П. Дубинина, определившего *вещество, энергию и информацию* в качестве триады жизни [2, с. 535]. Обобщая эти положения можно сделать вывод, что содержание понятий *вещество, энергия, информация и форма* должно быть отражено в том или ином виде в «Эмблеме жизни». Результаты изучения молекулярного уровня жизни позволяют представить содержание данных понятий и их взаимосвязь в образно-знаковой форме.

Современное понимание жизни обусловлено как минимум двумя аспектами, которые тесно связаны между собой. Первый, философский аспект, выявил общую стратегию развития природы, согласно которой возникновение жизни есть одна из магистралей эволюции материи. При наличии благоприятных условий химическая форма движения материи, которая эволюционна в своей основе, способна порождать те или иные формы жизни. «Жизнь, – подчеркивал еще Ф. Энгельс, – должна была возникнуть химическим путем» [4, с. 73]. Второй аспект связан с выявлением промежуточных этапов химической эволюции, имеющих определенную направленность и закономерно приводящих к *качественно новому состоянию материи*. Важнейшим этапом химической эволюции, который называют предбиологической эволюцией, приведшей к возникновению примитивных форм жизни, является возникновение в неорганической природе – нового типа химических реакций – *матричного синтеза*, которые обеспечили создание таких уникальных *биополимеров*, как белки и *нуклеиновые кислоты*. Данные биополимеры необходимо рассматривать как новый класс соединений, которым присущи не только *свойства*, но и *функции*. Именно эти новые качества химической формы движения материи стали переходным этапом и фундаментом

для возникновения первых форм жизни – пробионтов. Вполне закономерно, что значимость таких биополимеров, как *белки и нуклеиновые кислоты*, отражена в современном определении понятия жизни, и поэтому она должна быть зафиксирована в той или иной форме в модели, отражающей сущность живого на молекулярном уровне.

Исключительное значение в понимании сущности организации клетки как элементарной единицы живого имеют общие принципы эволюции материи. Одним из них является *принцип сопряжения*. Сопряжение как *внутренняя сторона взаимодействия* сыграло и играет важнейшую роль в эволюции материи, в том числе и в возникновении и эволюции биологической формы движения материи. Доказательством этого положения является высказывание видных ученых, которые подчеркивают, что «в процессе химической эволюции при наличии всех необходимых для нее условий происходит **усиление роли сопряженности. Последовательные сопряженные процессы выступают как существенная сторона организации динамических неравновесных систем**» [14, с. 165] – (Курсив наш). Остается только добавить, что к таким динамическим неравновесным системам относятся все живые системы разных уровней организации: начиная с клетки и заканчивая биосферой.

Идея о значимости взаимосвязи (сопряженности – прим. автора) в организации различных процессов во времени просматривается в высказывании академика А.И. Опарина. «С чисто химической точки зрения, обмен веществ представляется нам совокупностью громадного числа отдельных, сравнительно простых реакций окисления, восстановления, гидролиза, уплотнения и т.д. Специфическим для протоплазмы является то, что в ней эти отдельные реакции определенным образом организованы во времени, *сочетаются между собой в единую целостную систему*. Они протекают здесь не случайно, не хаотически, а в строго определенной последовательности, в известном гармоническом порядке» [7, с. 62–64] – (Курсив наш). В качестве подтверждения того, что процессы в подобных системах теснейшим образом связаны и взаимообусловлены, можно указать на то, что, например, изменение какого-либо одного звена неизбежно ведет к изменению всего целого [там же, с. 63–65].

В клетке как элементарной живой системе имеют место («в скрытом виде») многие *виды сопряжения*, которые появились при возникновении и развитии физической и химической форм движения материи: *сопряженные электроны, сопряженные*

химические связи, сопряженные реакции, энергетическое сопряжение и т.д. На основе данных видов сопряжения в клетке возникли более сложные виды сопряжения: *сопряженные мембраны, сопряженные органеллы* и т.д., которые обеспечили в конечном итоге появление такого нового качества материи как жизнь. Учитывая вышесказанное, клетку можно, по-видимому, охарактеризовать как *элементарную сопряженную живую систему*, а понятие «сопряжение» включить в одно из определений жизни.

Для понимания жизни как целостного *сопряженного* явления важно показать (конкретизировать) *эволюционную значимость* этого принципа в организации и функционировании фундаментальных блоков и процессов, на разных уровнях организации клеточного организма. Ярким примером организующей функции этого принципа является взаимосвязь (сопряжение) между такими основными молекулярными носителями живого, как белки и нуклеиновые кислоты. Уникальные биологические свойства биополимеров во многом определяются их существованием в растворах в упорядоченной конформации, для которой характерны слабые внутримолекулярные взаимодействия и прежде всего водородные связи и гидрофобные взаимодействия. Уникальная структура биополимеров обуславливает их уникальные химические свойства – способность к реакциям матричного синтеза, лежащих в основе процессов репликации (самоудвоения) ДНК, синтеза РНК и белка. Следует особо отметить уникальную значимость процесса репликации ДНК, который лежит в основе самого главного явления живых систем – *самовоспроизведения*. В свою очередь, в основе репликации ДНК лежит свойство комплементарности нуклеотидов Т–А, Г–Ц, иначе говоря их *сопряженность* друг с другом, которая во многом обеспечивает построение второй цепи нуклеотидов в процессе самоудвоения ДНК. Приведенные аргументы предопределяют необходимость отражения репликации ДНК и комплементарности ее нуклеотидов в той или иной степени в модели жизни.

Современная наука достаточно хорошо изучила вещественный состав материальных систем (в том числе и биологических), поэтому предметом ее исследования являются *принципы их организации, саморегуляции и самовоспроизведения*. Существенный вклад в изучение этих принципов внесла кибернетика, которая предложила для их изучения функциональный подход как один из вариантов системного подхода. Использование данного подхода к изучению сложных неживых и живых систем позволи-

ло установить важнейший принцип их организации – *принцип обратной связи*, сыгравший исключительно важную роль при переходе от неживого к живому и лежащий в основе *саморегуляции* и *самовоспроизведения* живых систем разного уровня организации.

В процессе химической эволюции биополимеры взаимодействовали друг с другом. Например, наличие ДНК (РНК), кодирующих белки, и белков-ферментов, катализирующих процессы репликации нуклеиновых кислот, способствовало образованию в клетке *качественно новых сопряженных систем с обратной связью*. В таких системах нуклеиновые кислоты несут информацию и тем самым программируют увеличенные количества тех белков-ферментов, которые способствуют увеличению количества кодирующих их нуклеиновых кислот. Механизмы обратной связи играют исключительно важную роль и обеспечивают как относительное постоянство живых систем, так и их развитие. Механизмы отрицательной обратной связи обеспечивают гомеостаз биологических систем различного уровня организации, в то время как механизмы положительной обратной связи – их онтогенез и эволюцию, то есть осуществляют перевод в качественно новое состояние. Исходя из того, что принцип обратной связи (как один из *механизмов сопряжения*) является универсальным для всех уровней организации живых систем, можно заключить, что он является своего рода методологией изучения явлений *самоорганизации*, *саморегуляции* и *самовоспроизведения* биологических систем и, следовательно, должен найти свое отражение в эмблеме жизни.

Следует отметить, что образование сопряженных систем с обратной связью возможно при условии сближения и расположения определенным образом биополимеров в пространстве. Это становится возможным благодаря формированию биологических мембран, которые не только «захватывают» и сохраняют случайно возникшие ассоциаты белков и нуклеиновых кислот, но и обеспечивают образовавшиеся системы с обратной связью (пробионты) веществом и энергией из окружающей среды. Биологические мембраны, возникшие в процессе эволюции на основе *сопряжения* (самосборки) белков и фосфолипидов, сами выполняют различные *сопрягающие функции*. Они взаимосвязывают (сопрягают) *внешнюю среду с внутренней средой клетки*, а также между различными компонентами (органеллами) внутри самой клетки. Особую роль мембраны играют в процессах *энергетического сопряжения*, обеспечивая трансформацию различных форм энергии и ее стабилизацию (запасание).

Таким образом, реализация принципа обратной связи в системе ДНК ↔ БЕЛОК стала возможной только при включении ее в мембранные пузырьки. Данная совокупность элементов способствовала запуску механизма обратной связи, в результате которого система перешла на качественно новый уровень организации и функционирования, который именуется *Жизнью*. Отсюда следует, что в структуре эмблемы должен присутствовать символ клетки как элементарной единицы жизни. Именно ее возникновение ознаменовало собой факт перехода химической формы движения материи (ХФДМ) на качественно новый уровень ее развития – уровень биологической формы движения материи (БФДМ).

Неотъемлемым свойством БФДМ, как и материи в целом, является движение. Общей количественной мерой всех форм движения материи является энергия. Понятия «*движение*» и «*энергия*» тесно взаимосвязаны. Огромная важность энергетической составляющей в функционировании биологических систем предопределила появление широко известного определения жизни с точки зрения термодинамики: «Живыми называют такие системы, которые способны самостоятельно поддерживать и увеличивать свою очень высокую степень упорядоченности в среде с меньшей степенью упорядоченности» [8, с. 12].

Химическая эволюция на поверхности планет происходит тогда, когда энергия звездного излучения может превратиться в энергию возбужденных молекулярных структур. При изучении вещественного состава метеоритов и лунных пород, доставленных космическим аппаратом, в них обнаружены: аминокислоты – предшественники белков, нуклеотиды – предшественники нуклеиновых кислот, и порфирины – предшественники хлорофилла и цитохромов [10, с. 115]. В животной и растительной клетке порфирины находятся в комплексе с металлами, образуя группу железо- и магний-порфиринов, являющихся катализаторами основных звеньев энергообмена – процессов *поглощения, запасаения и преобразования различных форм энергии* в живой клетке. Возникновение в ходе органической эволюции порфиринов (арохимоз) имело огромное значение для всего живого, так как они выполняют две основные функции: магний-порфирины осуществляют реакции поглощения и преобразования энергии в процессе фотосинтеза, а железо-порфирины участвуют в реакциях переноса электронов и освобождения энергии в фотосинтезе и дыхании. По уровню значимости в живых организмах железо- и магний-порфирины

можно сравнить с белками и нуклеиновыми кислотами. Из известных металлопорфиринов ключевая роль принадлежит зеленому пигменту хлорофиллу, названному К.А. Тимирязевым самым удивительным веществом на Земле [11, с. 81]. Планетарная значимость хлорофилла обусловлена тем, что в его молекуле *сопряжены* свойства оптического и химического сенсibilизатора. Такое сопряжение свойств, в свою очередь, детерминировано наличием в молекуле 18-членной *сопряженной системы* σ - и π -связей, которая играет ключевую роль в большой подвижности электронов π -связей. Именно эти электроны способны улавливать внешнюю энергию квантов солнечного света и преобразовывать ее во внутреннюю энергию химических связей органических веществ. Отсюда следует, что молекула хлорофилла (хотя бы в упрощенном виде) должна занять соответствующее место в структуре эмблемы жизни.

Солнечный свет, которому мы обязаны самым существованием жизни, служит первоначальным источником энергии для растений и фотосинтезирующих бактерий, преобразуется в световой фазе фотосинтеза и запасается в химической форме, в виде молекул АТФ. Поглощение квантов света происходит, прежде всего, подвижными электронами π -связей молекулы хлорофилла, после чего они переходят в возбужденное состояние. Время жизни возбужденного $\bar{e}$ крайне мало и составляет 10^{-9} с (на первом синглетном уровне). После истечения этого времени энергия электронного возбуждения может: трансформироваться в теплоту, выделиться в виде света флуоресценции, передаться путём электромагнитного резонанса другим молекулам хлорофилла или быть использована на фотохимическую работу – для синтеза АТФ из ADP и P_i .

АТФ – сравнительно простое (по биологическим масштабам) химическое соединение – служит универсальной энергетической «валютой» живой клетки. Время жизни АТФ составляет 2–3 минуты, процесс же фотосинтеза прерывистый (не идет в отсутствие света, при низкой температуре и т.д.). Данное противоречие снимается наличием в хлоропластах механизмов дальнейшей стабилизации лабильной энергии макроэргических связей АТФ в устойчивую энергию химических связей органических веществ (углеводов и др.), которые могут долго храниться и постепенно использоваться как пластический и энергетический материал.

Чтобы использовать энергию, заключенную в углеводах и других органических субстратах, клетки должны перевести эту

устойчивую форму энергии химических связей вновь в лабильную энергию макроэргических связей АТФ. Это происходит в процессе дыхания, где энергия, выделяющаяся при окислении органических веществ, используется на синтез АТФ из ADP и P_i . Следует отметить, что преобразование энергии электронов в энергию макроэргических связей АТФ происходит в тилакоидах хлоропластов и внутренней мембране митохондрий, которые называют *сопрягающими мембранами*.

Таким образом, исходной формой энергии, которая используется всеми живыми организмами на Земле (за исключением хемосинтетиков), является энергия квантов света (энергия Солнца), которая в конечном итоге запасается и используется в форме АТФ. Поэтому эти четыре компонента: изображение Солнца, кванта света ($h\nu$), электрона ($\bar{e}$) и аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) должны найти свое место в «Эмблеме жизни».

Приведенные выше рассуждения свидетельствуют, что *принцип сопряжения* работает как на молекулярном уровне (в превращении вещества, энергии и информации), а также на уровне мембран и органелл клетки.

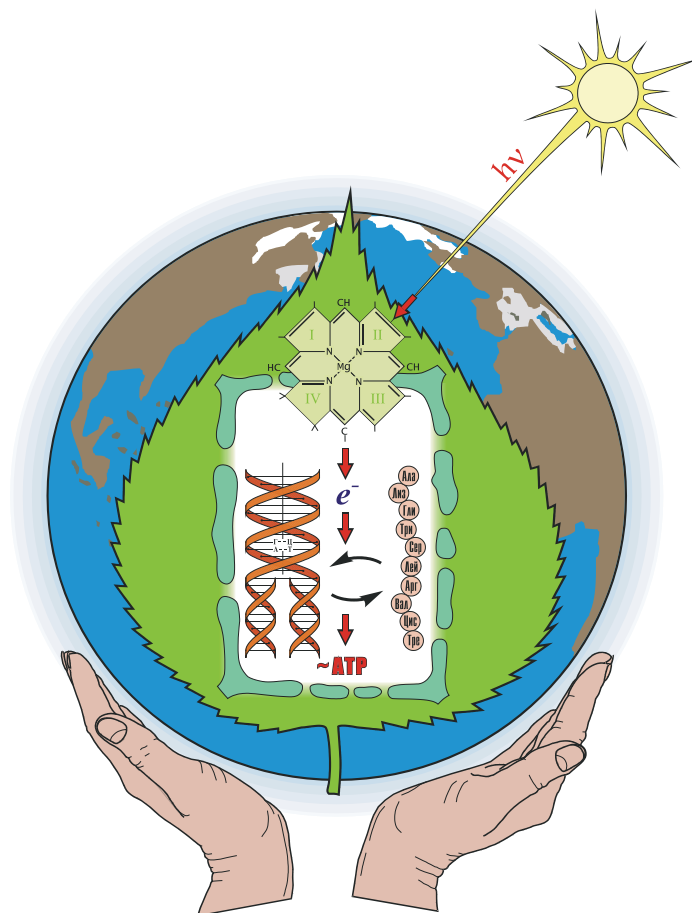
С момента своего зарождения БФДМ, подчиняясь общим законам развития, прошла очень длительный эволюционный путь своего преобразования. *Эволюционировали и механизмы сопряжения*, которые обеспечили взаимосвязь всех организмов в рамках разных сообществ, обмен между ними, а также окружающей средой веществом, энергией и информацией. В результате этого возникла качественно новая *сопряженная экосистема – биосфера*. Возможно, что наиболее удачным символом биосферы может стать облик самой планеты Земля.

Анализируя взаимоотношения природы и общества, В.И. Вернадский развил представления о переходе биосферы в ноосферу, то есть в такое состояние, когда развитие биосферы будет управляться разумом человека [1]. Глубокое понимание механизмов организации и функционирования биосферы и их учет при составлении глобальных и региональных социальных программ позволит строить непротиворечивые отношения человека с природой, что в конечном итоге обеспечит сохранение и эволюцию как природы, так и общества. В поиске такой гармонии необходимо выявить *конкретные механизмы сопряжения* между природой и обществом, которые будут являться общей стратегией прогрессивной эволюции. Вполне очевидно, что природоохранная идея обязательно должна быть отражена в эмблеме жизни. Таким символом

могут стать руки человека, которые создали для него искусственную среду обитания, используя компоненты природы, и которые должны сохранить ее для последующих поколений.

взаимосвязь с окружающей средой; природоохранные мероприятия.

Предложенную эмблему можно рассматривать как символ, *сопрягающий* в себе элементы образности и теоретичности.



Эмблема жизни (идеализированная теоретическая модель живых систем)

Учитывая все вышеизложенные фундаментальные принципы организации и функционирования живого (понятия, идеи), мы предприняли попытку объединить их в целостную *сопряженную систему* и выразить в форме символического изображения «Эмблемы жизни» – идеализированной теоретической модели живой системы (рисунок). Разработанную эмблему, по-видимому, можно считать достаточно цельным символом жизни, так как в ней нашли отображение фундаментальные основы живой материи, связанные с превращением вещества, энергии, информации и формы; важнейший принцип самоорганизации – *принцип сопряжения*, одним из механизмов которого является механизм обратной связи, лежащий в основе зарождения, сохранения и эволюции живых систем, начиная с клетки и заканчивая биосферой (изменение формы);

Созданная на основе различных методологий, она сама становится методологией научного познания живых систем различного уровня организации и поможет учащимся и студентам при изучении биологических дисциплин развить образное мышление до теоретического уровня и на этой базе сформировать экологическое (биологическое) мышление и сознание, которые станут основой для формирования биологической картины мира в целом. «Эмблема жизни» в определенной степени раскрывает содержание понятия «жизнь», которое является ключевым понятием биологической картины мира (БКМ) [3, с. 3], точно так же, как понятие «материя» является ключевым для общенаучной картины мира. Мировоззренческий потенциал современной БКМ должен использоваться в качестве методологической основы не только в сфере науки,

но и в сфере образования в силу того, что определяет стратегию решения самых глобальных проблем, возникающих в разных сферах человеческой деятельности.

При формировании научных картин мира у школьников и студентов важно *сопргать* их интеллектуальные и чувственные эмоции. При изучении биообъектов базой для формирования *интеллектуальных эмоций* у обучаемых являются научные знания и научные методы познания курса (предмета) «Биология». Основой же для инициации чувственных эмоций могут служить художественно оформленные образно-знаковые модели высокого уровня интеграции научных знаний. В нашем исследовании роль такой модели, *сопргаяющей элементы теоретичности и образности*, по-видимому, может выполнять «Эмблема жизни». Постоянное использование данной модели при изучении биологии внесет определенный вклад не только в формирование целостной биологической (естественно научной и общенаучной) картины мира, но и будет иницировать у школьников и студентов эмоционально-ценностное отношение не только к изучаемому материалу, но и к конкретным биологическим объектам природы.

Список литературы

1. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. – М.: Айрис – Пресс: Рольф, 2002. – 576 с.
2. Дубинин Н.П. Общая генетика. – 2-е изд. – М., Наука, 1976. – 572 с.
3. Комиссаров Б.Д. Методологические проблемы школьного биологического образования. – М.: Просвещение, 1991. – 160 с.
4. Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 73. (Маркс К. Сочинения: в 30 т. – 2-е изд. – М.: Госполитиздат, 1961. Т. 20 – 827 с.
5. Маркс, К. Сочинения: в 30 т. – 2-е изд. – М.: Госполитиздат, 1959. – Т. 14 – 897 с
6. Общая биология: учеб. для 9–10 классов школ с углубленным изучением биологии / А.О. Рувинский, Л.В. Выsockая, С.М. Глаголев и др.; под ред. А.О. Рувинского. – М.: Просвещение, 1993. – 544 с.
7. Опарин, А.И. Происхождение жизни. Серия: Научно-популярная библиотека солдата и матроса. – М.: Изд-во Воениздат МО СССР, 1954. – 96 с
8. Основы общей биологии / Э. Гюнтер, Л. Кемпфе, Э. Либберт, Х. Мюллер / под. ред. Э. Либберта; пер с нем. – М.: Мир, 1982. – 440 с.
9. Похлебаев С.М. Сопргание и разобшение как диалектическая пара, и ее роль в создании и понимании хемиосмотической теории Митчелла / С.М. Похлебаев, И.А. Третьякова // Наука и школа. – 2011. – № 4. – С. 65–67.
10. Солопов Е.Ф. Концепции современного естествознания: учеб. пособие для вузов. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1988. – 232 с.
11. Тимирязев К.А. Избранные сочинения: в 4 т. – М.: Огизсельхозгиз, 1948. – Т.1. Солнце, жизнь и хлорофилл. – 695 с.
12. Тимирязев К.А. Исторический метод в биологии: избр. соч.: в 4 т. – М.: Сельхозгиз, 1949. – Т. 3. – 644 с.
13. Третьякова И.А. Сопргание как внутренняя сторона взаимодействия и методология познания // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11 (9). – С. 1929–1933
14. Философские основания естествознания / под ред. С.Т. Мелюхина, Г.Л. Фурмонова, Ю.А. Петрова и др. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. – 343 с.
15. Энгельс Ф. Диалектика природы. – М.: Политиздат, 1987. – 349 с.

References

1. Vernadskii V.I. Biosfera i noosfera. M.: Airis Press: Rolf, 2002. 576 p.
2. Dubinin N.P. Obshaja genetika. 2-e izd. M., Nauka, 1976. 572 p
3. Komissarov B.D. Metodologicheskie problemy shkolnogo biologicheskogo obrazovaniya. M.: Prosveshenie, 1991. 160 p.
4. Marks K., Yengels F. Soch., t. 20, pp. 73. (Marks K. Sochineniya: v 30 t. 2-e izd. M.: Gospolitizdat, 1961. T. 20 827 s. Marks, K. Sochineniya: v 30 t. 2-e izd. M.: Gospolitizdat, 1959. T. 14. 897 p.
5. Marks, K. Sochineniya: v 30 t. – 2-e izd. – M.: Gospolitizdat, 1959. – T. 14 – 897 s
6. Obshaja biologiya: ucheb. dlja 9–10 klassov shkol s uglublennym izucheniem biologii / A.O. Ruvinskii, L.V. Vysockaja, S.M. Glagolev i dr.; pod red. A.O. Ruvinskogo. M.: Prosveshenie, 1993. 544 p.
7. Oparin A.I. Proishozhdenie zhizni. Seriya: Nauchno-populjarnaja biblioteka soldata i matrosa. M.: Izd-vo Voenizdat MO SSSR, 1954. 96 p.
8. Osnovy obshei biologii / Ye. Gyunter, L. Kempfe, Ye. Libbert, H. Myuller / pod. red. Ye. Libberta; per s nem. M.: Mir, 1982. 440 p.
9. Pohlebaev S.M. Soprgazhenie i razobshenie kak dialekticheskaja para, i ee rol v sozda-nii i ponimanii hemiosmoticheskoi teorii Mitchella / S.M. Pohlebaev, I.A. Tretjakova // Nauka i shkola. 2011. no. 4. pp. 65–67.
10. Solopov E.F. Konceptii sovremennogo estestvoznaniya: ucheb. posobie dlja vuzov. M.: Gumanit. izd. centr VLADOS, 1988. 232 p.
11. Timirjazev K.A. Izbrannye sochineniya: v 4 t. M.: Ogizselhozgiz, 1948. T.1. Solnce, zhizn i hlорофилл. 695 p.
12. Timirjazev K.A. Istoricheskii metod v biologii: izbr. soch.: v 4 t. M.: Selhozgiz, 1949. T. 3. 644 p.
13. Tretjakova I.A. Soprgazhenie kak vnutrennjaja storona vzaimodeistvija i metodologija po-znaniya // Fundamentalnye issledovanija. 2013. no. 11 (9). pp. 1929–1933
14. Filosofskie osnovaniya estestvoznaniya / pod red. S.T. Melyuhina, G.L. Furmonova, YU.A. Petrova i dr. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1977. 343 p.
15. Yengels F. Dialektika prirody. M.: Politizdat, 1987. 349 p.

Рецензенты:

Елагина В.С., д.п.н., профессор кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин, филиал, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия», г. Челябинск;

Похлебаев С.М., д.п.н., профессор кафедры ботаники, экологии и методики обучения биологии, Челябинский государственный педагогический университет, г. Челябинск.