

МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЙ ЖИЗНИ В ПОНИМАНИИ СУЩНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ КАК ЭЛЕМЕНТАРНОЙ СОПРЯЖЕННОЙ ЖИВОЙ СИСТЕМЫ

Похлебаев С.М.¹, Назаренко Н.Н.¹, Третьякова И.А.¹

Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, Челябинск, e-mail: istina48@mail.ru

В статье раскрывается методологический потенциал сопряжения, которое ранее авторами обосновано как одна из внутренних сторон взаимодействия, обуславливающая возникновение нового качества у вновь появившейся системы. Этот познавательный потенциал сопряжения применен для анализа содержания некоторых распространенных определений понятия о жизни, а также использован авторами при конструировании собственного определения жизни, которое, по-видимому, имеет определенное преимущество по сравнению с обозначенными в работе определениями других авторов для характеристики жизни на клеточном уровне ее организации. В основу сформулированного нами определения жизни на клеточном уровне положены одновременно философские, естественнонаучные и общebiологические принципы и закономерности. С этих позиций определение жизни выглядит таким образом: «Живыми называются системы, в которых происходит постоянное усиление сопряженности между веществом, энергией и информацией, обеспечивающей возникновение качественно новых форм и их эволюцию». В данном определении жизни отражены все обозначенные выше принципы. 1. Биологические объекты обозначены как системы. Это указывает, что в основе их организации лежит системный принцип, который присущ материи в целом. 2. Отражена естественнонаучная основа организации и функционирования живых систем. Эту основу составляют вещество, энергия и информация, которые тесно сопряжены между собой. Принцип сопряжения обеспечивает не только структурную связь между элементами клетки, но и функциональную, в основе которой лежит система различных видов сопряжений, делающая возможной взаимосвязь превращений вещества, энергии, информации, что в конечном итоге определяет целостность клеточного метаболизма как фундамента живого. 3. Сопряжение обеспечивает не только возникновение природных форм (систем) с новым качеством, но и их эволюцию. Усвоение данного определения жизни обучающимися внесет определенный вклад не только в их более глубокое понимание сущности жизни на клеточном уровне, но и в формирование научной картины мира в целом.

Ключевые слова: материя, вещество, энергия, информация, сопряжение, форма, клетка, жизнь.

METHODOLOGICAL ROLE OF DEFINITIONS OF LIFE IN UNDERSTANDING THE ESSENCE OF THE ORGANIZATION AND FUNCTIONING OF THE PLANT CELL AS AN ELEMENTARY CONJUGATE LIVING SYSTEM

Pohlebaev S.M.¹, Nazarenko N.N.¹, Tretyakov I.A.¹

South Ural State Humanitarian-Pedagogical University, Chelyabinsk, e-mail: istina48@mail.ru

The article reveals the methodological potential of coupling, which was previously justified by the authors as one of the internal aspects of interaction that causes the emergence of a new quality in the newly appeared system. This cognitive potential of conjugation is used to analyze the content of some common definitions of the concept of life, and is also used by the authors when constructing their own definition of life, which, apparently, has a certain advantage, compared to the definitions of other authors indicated in the work, for characterizing life at the cellular level of its organization. The basis of our definition of life at the cellular level is based on both philosophical, natural science and General biological principles and laws. From this point of view, the definition of life looks like this: "Living systems are called, in which there is a constant increase in the conjugacy between matter, energy and information, ensuring the emergence of qualitatively new forms and their evolution." This definition of life reflects all the principles outlined above: 1. Biological objects are designated as systems. This indicates that their organization is based on a systemic principle that is inherent in matter as a whole. 2. The natural science basis of the organization and functioning of living systems is reflected. This basis is made up of matter, energy, and information, which are closely related to each other. The coupling principle provides not only a structural connection between the elements of the cell, but also a functional one, which is based on a system of different types of conjugations that ensure the relationship of transformations of matter, energy, and information, which ultimately determines the integrity of cell metabolism as the Foundation of life. 3. Coupling provides not only the emergence of natural forms (systems) with a new quality, but also their evolution. Mastering this definition of life by students will make a certain contribution not only to their deeper

understanding of the essence of life at the cellular level, but also to the formation of the scientific picture of the world as a whole.

Keywords: matter, substance, energy, information, conjugation, form, cell, life.

В биологической науке и биологическом обучении в качестве основной методологической основы выступает содержание определения понятия «жизнь». Уникальность, многогранность и сложность этого явления биологической формы движения материи предопределили те сложности, которые возникли при формулировании понятия жизни. Все многообразие определений жизни не позволяет их авторам прийти к единой формулировке этого понятия. И, как констатирует Д. Тейлор с соавторами, мы вынуждены признать, что не можем дать строгого определения, что же такое жизнь, и не можем сказать, как и когда она возникла. Все, что мы можем, – это перечислить и описать те признаки живой материи, которые отличают ее от неживой [1].

Создавшаяся ситуация, по своей сути, во многом схожа с попытками дать более конкретное определение понятию материи. Определение материи в XVIII–XIX столетиях, когда ее понимали как совокупность неделимых корпускул (атомов), потерпело крах. Это произошло с открытием элементарных частиц, из которых состоит атом. В новом определении материи, сформулированном В.И. Лениным, нет ссылок на конкретные виды и свойства материи и перечисления ее конкретных признаков (характеристик). Он полагал, что бессмысленно определять материю посредством указания уже известных ее форм и видов. В процессе развития науки и практики будут открыты новые виды и формы материи, которые могут не вписаться в ее существующее определение. Исходя из этой логики В.И. Ленин считал, что рациональным является только один способ определения материи: выделить такой предельно общий признак, который характеризует любые виды материи независимо от того, познаны они уже или еще только будут познаны в будущем.

Опираясь на обозначенные выше теоретические постулаты, предпринята попытка использовать их для конструирования авторского определения жизни.

Цель исследования: провести теоретический анализ содержания наиболее распространенных определений понятия «жизнь», оценить преимущества и недочеты конкретного определения жизни в сравнении с другими определениями этого понятия. Определить гносеологические и онтологические подходы, которые позволяют сформулировать определение жизни, соответствующее современному уровню развития философии, естествознания и биологии, и проанализировать его с этих позиций. Показать преимущество авторского определения жизни применительно к клеточному уровню ее организации.

Материал и методы исследования

Решению обозначенной проблемы предшествовал анализ теоретико-методологических и методических изысканий, а также технологий реализации в учебной практике принципов метапредметности, зафиксированных в Федеральных государственных образовательных стандартах: Ю.В. Скрипкиной [2], Т.Л. Блиновой [3], А.В. Хуторским [4], Н.С. Пурьшевой [5], С.С. Харитоновой [6], Н.В. Шараповой [7] и др. Многолетний опыт преподавательской деятельности авторов настоящей работы в педагогическом вузе позволяет констатировать, что при обучении биологическим дисциплинам их содержание, за редким исключением, не выстраивается вокруг какой-либо мыследеятельностной организованности как метапредметного фундамента для понимания сущности всех уровней биологической формы движения материи. В настоящем исследовании в качестве фундаментального образовательного объекта (метапредмета), вокруг которого целесообразно формировать биологическую картину мира у обучающихся, предлагается определение жизни в формулировке авторов.

Теоретические исследования, проведенные ранее авторами в этой области, позволили обосновать положение, что одна из внутренних сторон взаимодействия, которая обуславливает новое качество в процессе эволюции у неживых и живых природных систем, может быть обозначена как «сопряжение». Это доказательство послужило основанием для придания понятию сопряжения статуса естественнонаучной категории познания неживой и живой природы [8, 9]. Неисчерпаемость материи предопределяет и неисчерпаемость форм взаимодействия. Это в свою очередь детерминирует и *неисчерпаемость форм сопряжения*, которые определяют специфику нового качества в процессе эволюции материальных объектов. Являясь одним из внутренних механизмов взаимодействия, сопряжение обеспечивает фундаментальные связи между структурными и функциональными элементами материи, что ведет к повышению ее уровня организации и дальнейшей эволюции. Из этого следует, что *в основе усложнения материи лежит усложнение форм сопряженности*. Этот вывод согласуется с мнением С.Т. Мелюхина, который констатирует, что при химической эволюции материи происходит усиление сопряженности между ее структурными элементами, что приводит к возникновению объектов и явлений, у которых появляются новые качества [10].

Результаты исследования и их обсуждение. Ранее проведенные нами исследования доказывают, что понимание сопряжения как важнейшего внутреннего механизма взаимодействия позволяет глубже выявить сущность процессов и явлений у живых систем различных уровней их организации [9]. При этом определяется конкретный механизм сопряжения, который обеспечил новое качество у изучаемой системы. Особую значимость категория сопряжения приобретает при выявлении сущности живой материи на *клеточном*

уровне ее организации, которой послужил материальной основой для возникновения всех остальных живых систем.

При выявлении особенностей жизни на *клеточном* уровне организации познавательный потенциал категории сопряжения проявляется как минимум в трех аспектах.

1. При вскрытии уникальных свойств биологически активных молекул и прежде всего биополимеров – белков и нуклеиновых кислот, уникальные свойства которых во многом обусловлены наличием в их молекулах *сопряженной* системы одинарных и двойных связей.

2. При выявлении механизмов взаимодействия (*сопряжения*) между биологически активными молекулами (например, между ДНК и белками-ферментами, сопряжение которых обеспечивает репликацию ДНК и в конечном итоге – самовоспроизведение живого; между белками и фосфолипидами, которые, *сопрягаясь* определенным образом, формируют биологические мембраны, лежащие в основе организации большинства клеточных органелл, и др.).

3. Между отдельными органеллами растительной клетки, такими, например, как хлоропласты и митохондрии, имеющими общие метаболиты и общие формы энергии. Благодаря этим и другим видам сопряжения растительная клетка функционирует как *элементарная сопряженная живая система*, в которой тесно сопряжены превращения *вещества, энергии и информации*.

При выявлении сущности такого уникального явления, как жизнь, которое первоначально возникло в форме клетки, важно определить те теоретико-методологические подходы, которые позволят заложить в содержание (определение) этого понятия *всеобщие* признаки о строении, функционировании и эволюции материи, *особенные* ее характеристики, присущие естественной природе, а также *единичные*, но главные явления, характерные только для биологических объектов всех уровней организации. Такой подход имеет вполне научное обоснование, так как отражает общую методологию формирования понятий, которая зафиксирована Ф. Энгельсом в его работе «Учение о понятии»: «Единичность, особенность и всеобщность – вот те три определения, в которых движется все».

Поэтому современная биологическая наука детерминирует совершенствование категорий материалистической диалектики, которое происходит традиционно двумя путями: либо путем обогащения их содержания, либо путем формулирования новых обобщенных понятий, которым придадут статус категорий диалектики. При этом очень важно новые категории логически увязать с существующими философскими понятиями и на этой основе создать более совершенную категориальную систему, позволяющую более эффективно совершенствовать научное знание. Актуальность этой задачи четко обозначена в

высказывании видного философа современности – П.В. Копнина: «...биологии, как и другим наукам, для выдвижения новых теорий не хватает не только фактов, но, может быть, именно философских категорий, способных открыть для них иной образ теоретического мышления, допускающий такой ход мысли, который прежние категории не только не предусматривали, а даже запрещали» [11, с. 159].

Подтверждением этой идеи служит «рождение» такого нового направления в науке, как «биофилософия». Концептуальным ядром биофилософии является *понятие жизни*, которое в настоящее время возводится в статус философской категории и основополагающего принципа понимания сущности мира и человеческого существования в нем. Из этого следует, что в настоящий период развития цивилизации существенно повышается теоретико-методологический статус биологической науки в формировании интегративных знаний, образующих основу современной универсальной картины мира. Онтологическим основанием такой картины мира может служить целостная система общих взглядов на бытие человечества через призму *сопряжения* социального и биологического в его природе.

Биологическая организация независимо от уровней, на которых она рассматривается (молекулярного, клеточного, организменного, популяционного и др.), имеет общие принципы, интенсивно исследуемые в настоящее время и с физико-химической, и с кибернетической точек зрения. Одним из таких принципов является *сопряжение*, который приложим к структурной, энергетической и информационной упорядоченности всех уровней организации живой материи.

Материя неисчерпаема в своей структуре, но на разных структурных уровнях ее организации проявляются разные формы движения и законы взаимодействия, а следовательно, и *разные формы сопряжения*. В связи с этим важнейшей задачей биологов, изучающих разные уровни организации живых объектов, являются выявление и понимание механизма действия тех или иных видов *сопряжения*, которые обеспечивают *качественную особенность* изучаемого объекта.

Элементарной структурной и функциональной единицей всех организмов на Земле является клетка. Из этого следует, что фундаментальная основа для понимания сущности живого должна быть заложена на клеточном уровне. В понимании сущности жизни на этом уровне организации биологической формы движения материи ключевую роль должны играть определения этого понятия, где в концентрированном виде декларируются те признаки, которые в своей совокупности обеспечивают наличие этого уникального явления природы.

В настоящее время существуют разные подходы и разные критерии, которые ученые используют для определения сущности живого. Такая ситуация обусловлена как минимум двумя причинами: 1) огромным разнообразием живых объектов и уровней их организации; 2) выявлением наукой все новых и новых глубинных свойств у биологической формы движения материи. В основу всего разнообразия определений живого, по мнению А.С. Кневец с соавторами, положены три подхода. При первом подходе, который можно назвать структурным, жизненные проявления определяются ее носителями (например, белками и нуклеиновыми кислотами). Второй подход можно определить как функциональный, где жизнь характеризуется совокупностью физико-химических процессов. В третьем подходе – биологическом – выделена совокупность биологических свойств (явлений), без которых жизненные функции не проявляются [12].

Анализ содержания ряда современных определений жизни позволяет констатировать, что они все имеют важное значение для понимания обучающимися сущности живого, однако не лишены недостатков. Одно из распространенных определений жизни, которое включено в школьные и вузовские учебники, сформулировано М.В. Волькенштейном: «Живые тела, существующие на Земле, представляют собой открытые, саморегулирующиеся и самовоспроизводящиеся системы, построенные из биополимеров – белков и нуклеиновых кислот». Достоинство данного определения заключается в том, что в нем отмечен системный принцип организации, который присущ всей материи. Кроме того, зафиксированы молекулярные основы живого (биополимеры: белки и нуклеиновые кислоты), а все проявления жизни сведены к трем общим явлениям (открытости, саморегуляции и самовоспроизведению). Основным недостатком данного определения, по-видимому, можно считать отсутствие генетической связи биологической формы движения материи с предыдущими – физической и химической формами ее движения. Не просматриваются законы термодинамики и принцип эволюционизма.

По мнению Н. Пармона: «Жизнь – это фазово-обособленная форма существования функционирующих автокатализаторов, способных к химическим мутациям и претерпевших достаточно длительную эволюцию за счет естественного отбора». Преимущество этого определения заключается в показе химической основы живого и роли естественного отбора как основного фактора эволюции всех биологических объектов. Вместе с тем системный принцип организации материи, который присущ все живым объектам, не отмечен.

С термодинамической точки зрения Э. Гюнтер с соавторами дают следующее определение жизни: «Живыми называют такие системы, которые способны самостоятельно поддерживать и увеличивать свою очень высокую степень упорядоченности в среде с меньшей степенью упорядоченности». Данное определение является очень важным для

понимания особенностей протекания термодинамических процессов в живых объектах, которые противостоят накоплению энтропии и благодаря которым уровень организации этих природных систем в процессе эволюции возрастает. Однако особенности превращения вещества и информации, которые играют не менее важную роль, чем превращение энергии, в этом определении не указываются.

В определении жизни с позиций кибернетики, сформулированном А.А. Ляпуновым, констатируется, что жизнь – это «высокоустойчивое состояние вещества, использующее для выработки сохраняющих реакций информацию, кодируемую состояниями отдельных молекул». Содержание данного определения, как и предыдущего, отражает лишь одно из важнейших превращений, в данном случае – информационного, которое также является исключительно важным для всех живых систем, но не единственным. Без связи с превращениями вещества и энергии понимание одних механизмов преобразования информации в живых системах не обеспечит понимания сущности живого в целом.

По нашему мнению, в основу современного определения жизни должны быть положены одновременно философские, естественнонаучные и общебиологические принципы и закономерности. С этих позиций нами сформулировано следующее определение жизни: *«Живыми называются системы, в которых происходит постоянное усиление сопряженности между веществом, энергией и информацией, обеспечивающей возникновение качественно новых форм и их эволюцию»*. В представленном определении жизни все обозначенные выше условия соблюдены. 1. Биологические объекты обозначены как системы. Это указывает, что в основе их организации лежит *системный принцип*, который присущ материи в целом. 2. Отражена естественнонаучная основа организации и функционирования живых систем. Эту основу составляют *вещество, энергия и информация*, которые сопряжены между собой. Обозначен важнейший *принцип организации живых систем – сопряжение*, обеспечивающий возникновение природных форм (систем) с новым качеством. 3. Зафиксирован *эволюционный принцип*.

Молекулярный уровень является базовым для возникновения первых живых систем. Именно в процессе химической эволюции произошел качественный скачок от молекул, которым были присущи *свойства*, к молекулам, у которых появились *функции*. Об этом свидетельствуют высказывания гениальных ученых. Так, по мнению Ф. Энгельса, химическая форма движения, как и вся материя, эволюционна в своей основе и при благоприятных условиях химические системы способны порождать какие-либо формы жизни. Подчеркивая данную особенность химической формы движения материи, он писал: *«Жизнь должна была возникнуть химическим путем»*. Подтверждением этого тезиса являются высказывание К.А. Тимирязева, который сводил все жизненные проявления к трем

фундаментальным превращениям: вещества, энергии и формы [13]. Позднее не менее известный ученый-генетик Н.П. Дубинин в качестве фундамента жизни определил вещество, энергию и информацию [14]. Мнения данных ученых и результаты собственных теоретических исследований позволяют выделить понятия «вещество», «энергия», «информация» и «форма» в особую группу, где они тесно *сопряжены*, как и процессы, какие они отражают. Обозначенные понятия показывают сущность проявлений жизни на молекулярном уровне в интактной клетке.

Уникальность выделенных понятий заключается в том, что они, с одной стороны, конкретизируют философские категории: вещество является видом материи; энергия служит количественной и качественной характеристикой всех форм движения материи; информация – количественная и качественная характеристика отражения; форма – способ существования любого объекта или явления и материи в целом. Мы можем познавать материю, потому что она оформлена. С другой стороны, эти понятия отражают конкретные объекты и явления, которые при своем взаимодействии детерминируют эволюцию всех форм движения материи и их генетическую связь.

В предложенном нами определении жизни имплицитно заложена и отличительная особенность живых систем, которая заключается в том, что они постоянно «борются» с энтропией *путем усиления сопряженности между веществом, энергией и информацией*. Результатом такого сопряжения служит возникновение качественно новых жизненных форм в процессе их онтогенеза и филогенеза. Эволюционная идея, которая является ключевой в биологии, также отражена в данном определении жизни.

Заключение. Таким образом, в представленном определении отображена логическая взаимосвязь между философскими, естественнонаучными и общебиологическими понятиями, которая в определенной степени отражает сущность и особенность организации и функционирования биологических систем на современном уровне науки. Усвоение обучаемыми данного определения внесет определенный вклад не только в их понимание сущности жизни на клеточном уровне, но и в формирование современной научной картины мира в целом.

Список литературы

1. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. Биология. Том 1. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 451 с.
2. Скрипкина Ю.В. Метапредметный подход в новых образовательных стандартах: вопросы реализации // Интернет-журнал «Эйдос». 2011. №4. URL: <http://www.eidos.ru/journal/2012/0229-10.htm> (дата обращения: 1.06.2020).

3. Блинова Т.Л. Метапредметность в подготовке учителя // Педагогика. 2018. №3. С. 92-96.
4. Хуторской А.В. Методика проектирования и организации метапредметной образовательной деятельности учащихся // Муниципальное образование: инновации и эксперимент. 2014. № 2. С. 7–23.
5. Пурышева Н.С., Ромашкина Н.В., Крысанова О.А. О метапредметности, методологии и других универсалиях // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2012. № 1 (1). С. 11–17.
6. Харитоновна С.С. Проектная деятельность по биологии как способ достижения метапредметных результатов обучения в основной школе // Педагогика высшей школы. 2017. № 4.1. С. 68–70. URL: <https://moluch.ru/th/3/archive/72/2921/> (дата обращения: 03.06.2020).
7. Шарыпова Н.В., Коурова С.И., Павлова Н.В. Метапредметность в современном биологическом образовании на разных ступенях образовательного процесса // Современные проблемы науки и образования. 2017. №6. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=27236> (дата обращения: 20.05.2020).
8. Третьякова И.А. Сопряжение как внутренняя сторона взаимодействия и методология познания // Фундаментальные исследования. 2013. № 11-9. С. 1929–1933.
9. Похлебаев С.М., Третьякова И.А. Сопряжение и разобшение как диалектическая пара, и ее роль в создании и понимании хемиосмотической теории Митчелла // Наука и школа. 2011. № 4. С. 65–67.
10. 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.
11. Копнин П.В. Диалектика, логика, наука. М.: Наука, 1973. 464 с.
12. Кневец А.С., Левандовская М.П., Сергушова О.Е. Понятие сущности жизни // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016. Т. 2. С. 481–485. URL: <http://e-koncept.ru/2016/46115.htm>. (дата обращения: 01.06.2020).
13. Тимирязев К.А. Избранные сочинения: в 4 т. М.: Огиз-сельхозгиз, 1948. Т.1. Солнце, жизнь и хлорофилл. 695 с.
14. Дубинин Н.П. Общая генетика. 2-е изд. М.: Наука, 1976. 572 с.