

В ПОМОЩЬ АСПИРАНТУ

**В. БОРЗЕНКОВ, профессор
МГУ им. М.В. Ломоносова**

Вопросы о сущности жизни и её происхождении относятся к числу наиболее фундаментальных, причем не только в биологии как специальной «науке о живом», но и в рамках современного естествознания в целом. Их обсуждение, берущее начало в самых древних и глубоких пластах человеческой культуры, проделало долгий путь в различных религиозно-мифологических и метафизически-философских учениях. Лишь в самом начале XX в. они стали наконец предметом серьезного и пристального рассмотрения учеными разных специальностей как собственно *научная* проблема. Как далеко удалось науке продвинуться в ее решении?

За прошедшее столетие предпринимались многократные попытки определения понятия «жизнь». На сегодня в литературе можно насчитать несколько десятков (если не сотен) различных определений, но такого, которое удовлетворяло бы всех ученых, все еще нет. И это несмотря на то, что весь XX в. отмечен выдающимися достижениями в различных областях современной биологии, касающихся самых тонких и глубинных механизмов функционирования живых систем. Ситуация здесь порой выглядит столь удручающей, что наводит многих серьезных исследователей на мысль о *принципиальной невозможности* определить сущность жизни. Так, в одной из первых монографий под названием «Современная биология» её автор, известный немецкий ученый и популяризатор науки Г. Боген, начинает первую главу с параграфа, который так и озаглавлен: «Можно ли и должно ли дать определение жизни?». «Принято считать, – пишет он, – что перед тем, как всерьез обсуждать тот или иной вопрос, нужно прежде всего точно опре-

Категория «жизнь» в науке XX века

делить объект обсуждения и дать ему четкое определение. Но, – решительно заявляет автор далее, – что касается объекта науки биологии, т.е. жизни, то здесь упомянутое требование попросту невыполнимо. Может быть, правильнее всего сказать, что жизни вообще невозможно дать исчерпывающее определение» [1].

Впрочем, задача определения понятия жизни приводила в отчаяние уже Клода Бернара, выдающегося французского физиолога-экспериментатора последней трети XIX в. Свою знаменитую в свое время работу «Жизненные явления, общие растениям и животным» (1878–79) он начинает с подробного критического анализа определений, даваемых различными философами и учеными со времен Аристотеля. Но с какой целью? «Чтобы доказать, – пишет он, – что сама эта попытка (определить, что такое жизнь. – В.Б.) – химерична, странна и бесполезна для науки» [2].

В более близкие к нам времена многих ученых также посещало это ощущение отчаяния от невозможности поймать жизнь в сети точных дефиниций. «Спрашивать, что такое жизнь, – писал, например, выдающийся американский физиолог Ч. Шеррингтон, – значит ставить вопрос, на который заведомо нельзя дать удовлетворительного ответа» [3]. Его соотечественник, известный биохимик Н. Пири опубликовал статью под еще более вызывающим названием – «Бессмысленность понятий “жизнь” и “живое”». А вот что можно прочесть в статье современного автора: «Прежде всего необходимо определить, что такое «живая система». Оказывается, сегодня это сделать труднее, чем сто лет назад, когда достаточно было сказать: живое от неживого отличается наличием процессов assi-

милляции и диссимилляции. Сейчас этих двух «магических» слов явно недостаточно, поскольку современная наука вплотную подошла лишь к пониманию нашего всеобщего непонимания этой проблемы» [4].

И все же пессимистические настроения не стали в XX в. доминирующими. Ученые настойчиво продолжали задавать эти трудные вопросы и упорно искать на них удовлетворительные ответы. И если при этом не было достигнуто единства мнений по поводу дефиниции понятия «жизнь», то, вне всякого сомнения, в процессе дискуссий было достигнуто заметное прояснение самой сути вопроса.

Прежде всего следует иметь в виду, что разнообразие определений жизни является естественным следствием большого числа различных наук, занимающихся на сегодня исследованием жизни. Скажем, химик изучает жизнь с точки зрения её вещественного состава и процессов его непрерывной перестройки. Поэтому он с полным правом может определять (для себя) жизнь как взаимодействие гигантских молекул, состоящих из углерода, водорода, кислорода, азота, серы и фосфора с примесью почти всех элементов таблицы Менделеева. Физик «видит» в живых организмах весьма специфический подкласс открытых неравновесных термодинамических систем, непрерывно обменивающихся со средой веществом и энергией. Для геолога жизнь есть мощнейшая каталитическая система, ускоряющая химические преобразования минерального вещества на поверхности планеты Земля. Для кибернетика жизнь – сложнейшая сеть управляющих информационных систем. Для генетика – это система, способная на основе наследственной программы к самовоспроизведению, наследственному изменению (мутированию) и эволюции, и т.д. Все это – различные, но как бы «рабочие» определения жизни, и их разнообразие не создает никаких особых сложностей философского порядка.

Трудности возникают в том случае, когда ставится задача выделить такие особен-

ности живых систем, которые бы давали возможность выделить их как бы «сущность» и на этой основе отделить от всего того, что живым не является. Такая задача с точки зрения научной методологии вполне правомочна, прежде всего – в контексте проблемы формирования теоретической биологии – этой центральной и сквозной проблемы биологической науки всего XX в.

Поиски «самой основной» характеристики жизни, исходя из которой можно было бы объяснить все другие её проявления (как бы логически «вывести» их из неё и тем самым заложить основы теоретической биологии как аксиоматически-дедуктивной системы), не прекращались на протяжении всего XX в.

При этом напомним, что вся многовековая история биологической науки проходила под знаком борьбы представителей двух прямо противоположных философских точек зрения на феномен жизни – *механицизма* и *витализма*. Первая формировалась в Новое время под влиянием успехов механики и с последующим ростом авторитета материалистического мировоззрения среди научных кругов в целом. Представители механицизма отвергали любую попытку противопоставления живого и неживого, настаивая на том, что жизнь полностью объяснима в рамках законов, на основе которых объясняются и все другие явления природы. Разумеется, *механицизм* проделал определенную эволюцию в своем развитии от Декарта до начала XX в. и потому существует в различных версиях. Назову только три из них.

1. Классический механицизм, настаивавший на том, что все явления природы, в том числе и живой, научно объяснимы на основе законов механики Ньютона. Эта версия просуществовала с начала эпохи Просвещения вплоть до конца XIX в., но с формированием таких теорий в физике первой трети XX в., как теория относительности и квантовая механика, полностью сошла на нет.

2. Механицизм как физикализм, согласно которому именно физика является тео-

ретической основой всех (по крайней мере естественных) наук и, следовательно, жизнь в конечном счете полностью объяснима на основе законов физики или законов физики и химии – в более мягком варианте. Эта позиция была ясно обозначена уже в середине XIX в. и четко сформулирована в книге философа Л. Бюхнера «Сила и материя» (1855), этой «библии материализма»: «Таким образом, – писал он, – принцип жизни сводится к процессам обмена веществ, идущим по химическим, физическим и механическим законам. Правда, основательно изучена пока лишь очень малая часть этих процессов. Но недостаток наших знаний не дает нам права ссылаться на какую-то особую, действующую только в живых телах, силу – ведь это всего лишь отговорка или способ скрыть от нас самих наше незнание» [5]. Даже в середине XX в. эта точка зрения занимала не менее (а может быть даже более) прочные позиции. Вот что писал, например, в 1951 г. Бертран Рассел: «Нет основания предполагать, что живая материя управляется другими законами, чем неживая материя, и имеются серьезные основания думать, что всё в поведении живой материи может теоретически быть объяснено в терминах физики и химии» [6]. Значительно позже, уже в наши времена такой тонкий диалектик и потрясающий эрудит, как Джон Бернал, находил возможным давать такое определение жизни: «Жизнь есть частичная, непрерывная, прогрессирующая, многообразная и взаимодействующая со средой самореализация потенциальных возможностей электронных состояний атомов» [7].

3. Механицизм как каузализм (от лат. *causa* – причина), т.е. позиция, согласно которой все явления природы строго причинно обусловлены и, следовательно, их научное объяснение не нуждается в привлечении таких телеологических (от греч. *telos* – цель, конец, завершение) понятий, как «цель», «смысл» и др.

Витализм формировался как прямая антитеза механицизму. Его представители все-

гда настаивали на качественном отличии живого от неживого и существовании специфических биологических закономерностей, не сводимых к законам механики (физики, химии), а главное – на наличии в живых системах неких сил и факторов, придающих живым организмам их целостность и целесообразность, особого рода упорядоченность и способность стремиться к определенным целям. Корни витализма (как, впрочем, и механицизма) уходят в классическую древность и связываются обычно с философией организма Аристотеля.

Конец XIX – начало XX вв. были отмечены волной антимеханистических настроений и формированием целого пучка виталистических концепций. Наиболее заметной фигурой стал немецкий эмбриолог Ганс Дриш (1867–1941). Опираясь на свои новаторские эксперименты по разделению бластомеров морского ежа с последующим получением из каждой части взрослого целого организма, он выдвинул идею о существовании динамического непространственного жизненного фактора (названного им вслед за Аристотелем энтелехией), целенаправленно управляющего всеми жизненными процессами в живых организмах. Неовиталистическое движение было весьма неоднородным, но в целом его позицию можно выразить в следующих положениях:

- 1) жизнь подчиняется всем законам физики и химии, но не сводима к ним;
- 2) имеется абсолютное различие между живым и неживым; в первом приближении оно может быть выражено в следующей форме: все неживое подчиняется только закону причинности, живое – закону причинности плюс чему-то еще;
- 3) это нечто проявляется в том, что всякий органический процесс *телеологичен*, то есть управляется имманентной целесообразностью;
- 4) основой этой телеологичности является наличие в живых организмах факторов либо психоидной, либо метафизической природы.

Успехи физико-химической биологии первых десятилетий XX в. были столь впечатляющими, а аргументы неовиталистов выглядели столь абстрактными и далекими от канонов науки того времени, что биологи начала века в своем подавляющем большинстве решительно отбросили витализм в качестве жизнеспособной рабочей гипотезы. Потрясающие успехи и достижения биологии первой половины XX в. на пути «механицизма» общеизвестны. Кульминацией явилось раскрытие структуры ДНК (1953) и почти следом – расшифровка кода наследственной информации.

Вместе с тем, на наш взгляд, большим несчастьем для всей последующей философии биологии явилось то, что эти выдающиеся достижения биологии середины XX в. были восприняты большинством современников именно в сугубо «механистическом» и антивиталистическом контексте. В них усмотрели буквально триумф механистического понимания жизни и редукционистской методологии познания её сущности. Повторилось то, что произошло ранее и с теорией Дарвина, которая также была воспринята большинством современников как чисто механистическая [8].

В утверждении мнения о чисто механистической сущности молекулярной биологии большую активность проявили многие лидеры тогдашней молекулярной биологии (Крик, Уотсон, Моно и др.). Призывы к осторожности в этом вопросе со стороны многих выдающихся физиков и химиков (Бора, Вигнера, Патти, Эльзасера, Полаanyi и др.) были, по-существу, проигнорированы. А поскольку дарвинизм и генетика к середине XX в. были объединены в одну теорию (СТЭ), а молекулярная биология по сути своей есть молекулярная генетика, и поскольку они составляли стержень ортодоксальной биологии второй половины XX в., то почти трюизмом стал тезис о «механистичности» биологии.

Это стало отправным пунктом всех сколь-нибудь заметных антиортодоксаль-

ных движений в философии биологии последней четверти XX в.

В 1981 г. вышла книга английского биолога Р. Шелдрейка «Новая наука о жизни», вызвавшая целый переполох в научном мире, поскольку автор задался целью преодолеть, как он сам пишет, «ортодоксальный подход в биологии, представленный механистической теорией жизни» [9]. Этой же интенцией пронизана и работа Ф. Капры «Паутина жизни», где молекулярная биология рассматривается как парадигма современной «механистической биологии» – тот «распространенный и исключительный способ мышления, который приводит к серьезным искажениям в биологических исследованиях» [10]. Эта мысль стала идеологией целого движения по созданию некоей новой, «альтернативной науки».

На мой взгляд, этот ход мысли полностью несостоятелен. *Нет ничего более далекого от действительности, чем тезис о «механистичности» понимания жизни в ортодоксальной биологии.* Он неверен и для классического дарвинизма, и для молекулярной биологии. Попытаюсь доказать это.

Первой влиятельной идеей, господствовавшей в науке, по существу, всю первую половину XX в., было понимание жизни как процесса активного и целесообразного поддержания той специфической материальной структуры, формой проявления которой является сама эта активность. Как писал в 30-е гг. один из ведущих биологов того времени Дж. Б.С. Холдейн, «активное поддержание нормальной и притом специфической структуры и есть то, что мы называем жизнью; понять сущность этого процесса – значит понять, что такое жизнь» [3]. Главным механизмом поддержания этой специфической структуры считался процесс обмена веществ (см. выше цитату из книги Бюхнера) организмов с окружающей неорганической средой, а главным носителем этой способности – белок. Отсюда широко распространенное и принятое среди биологов первой половины XX в. мнение, что жизнь есть способ существования бел-

ковых тел. Одно время была популярной даже концепция существования «живого белка». Однако по мере стремительного роста успехов биохимии в очистке и изучении состава белков оказалось, что белки – это полимеры и полипептиды, состоящие из 20 различных аминокислот. Химики не нашли в полипептидах никаких специфических «биологических» свойств. Это качнуло исследовательскую мысль в другую сторону: искать сущность жизни в особой «физике живого», в особой *биологической физике*.

В первой трети XX в. попытки найти особое *физическое* состояние «живого вещества» предпринимались многими исследователями. Наиболее перспективным рассматривался путь построения особой термодинамики такого вещества. В самом деле, в классической термодинамике было обращено внимание на то, что живая природа как будто «не подчиняется» второму закону термодинамики, ибо процессы развития в ней идут в сторону повышения уровня организованности и упорядоченности. Считалось, что для понимания «сущности жизни» достаточно понять и объяснить, какие свойства «живого вещества» обуславливают эту термодинамическую специфику. Примером может служить подход, развитый отечественным ученым Э.С. Бауэром в работах 20–30-х гг., в частности в его знаменитой «Теоретической биологии» (1935). Основной принцип Бауэр сформулировал следующим образом: «Все и только живые системы никогда не бывают в равновесии и исполняют за счет своей свободной энергии постоянно работу против равновесия, требуемого законами физики и химии при существующих внешних условиях» [11]. Из принципа устойчивого неравновесия Бауэр выводит все свойства живых организмов, обычно перечисляемые в учебниках по общей биологии: обмен веществ, ассимиляцию и диссимиляцию, раздражимость, рост клеток и их старение и др. Линия термодинамической трактовки сущности жизни была впоследствии продолжена целым ря-

дом выдающихся авторов – Берталанфи, Пригожиным и др. – и является стержневой в некоторых современных концепциях самоорганизации и происхождения жизни.

Между тем по мере осознания фундаментальной значимости генетических структур во всех процессах жизнедеятельности ученые все чаще приходят к мысли, что главным процессом, характеризующим жизнь, является не столько обмен веществ, сколько способность всех живых систем к самовоспроизведению, посредством которого жизнь самосохраняется в череде (потенциально бесконечной) поколений. Выдающийся американский генетик, лауреат Нобелевской премии Г. Меллер еще в 1926 г. написал работу «Ген как основа жизни», в которой он обосновывал мысль, что благодаря уникальной способности генов к самокопированию и сохранению своей специфической структуры именно они должны рассматриваться в качестве главных кандидатов на роль подлинно материальной основы жизни и её эволюции путем естественного отбора [12]. Мысль о том, что именно самовоспроизведение (самокопирование, саморепликация) есть коренное свойство живого, закрепились и стала одной из определяющих в биологии конца XX в.

С выходом в свет в 1948 г. работы выдающегося американского математика Н. Винера «Кибернетика» исследование проблемы природы и сущности жизни получило еще одну руководящую идею – идею сохраняющего самоуправления. То, что живые организмы способны автоматически поддерживать важнейшие параметры своего функционирования в границах рабочей нормы в достаточно широких пределах изменений окружающих условий, было известно давно. Уже в XIX в. на явление гомеостазиса (т.е. поддержания постоянства внутренней среды организма) как, возможно, самое главное, что характеризует жизнь, обратил внимание уже упоминавшийся Клод Бернар. С кибернетикой же пришло осознание решающей роли специальных программ управления. В литерату-

ре замечали такие определения жизни, как, например: «жизнь – автономный, автоматизированный и активный процесс, организуемый комплексом вычислительно-семантических программ управления» (В.В. Смелянников); или: «живая система – самовоспроизводящаяся кибернетическая система, способная к реализации хранимой программы и к созданию и использованию в течение жизни новых адаптивных программ для обеспечения жизни в чреде поколений» (А.Н. Мосолов). А поскольку никакое программированное управление невозможно без использования информации, то все чаще жизнь стали определять как «способ существования органических систем, организация которых от молекулярного до системного уровня определяется использованием внутренней информации» (А.Н. Серавин).

Но процесс управления невозможен не только без информации, но и без того, что называют «целью» управления и «средствами» (механизмами) её достижения. Так в состав фундаментальных естественно-научных понятий были возвращены такие телеологические понятия, как «цель», «целенаправленность», «целесообразность» и др., столь старательно изгонявшиеся из биологии на протяжении нескольких веков. Вот что по этому вопросу пишут известные отечественные биофизики В.И. Корогодина и В.А. Корогодина в работе «Информация как основа жизни»: «Попробуем найти такое специфическое свойство, отличающее живое от неживого, обладание которым делает объект живым. Эта искомая сущность должна объяснить все проявления жизни, включая способность к прогрессивной эволюции. Среди самых разных свойств живого должно быть одно, объединяющее все многообразие живых существ. Свойство это давно известно, но почему-то до сих пор приписывалось только человеку. Это – способность совершать целенаправленные действия» [13, с. 6–7]. На этом основании они определяют жизнь таким образом: «Живое – это совокупность объек-

тов, способных совершать целенаправленные действия, конечная цель которых – самовоспроизведение» [13, с. 8].

Эти *три потока идей*, идущих из трех разных областей исследования живого (биохимия, генетика и кибернетика), самым неожиданным и в высшей степени изящным образом были объединены и, что ещё важнее, – *дополнены* в высшей степени красивой и революционной идеей – *идеей семиотической природы жизни* в рамках молекулярной биологии, столь стремительно формировавшейся после эпохального события – раскрытия структуры ДНК в 1953 г.

ДНК (а вслед за нею и белок) была понята не просто как «химическое тело» и «вещество наследственности», а одновременно с этим и как «носитель кода наследственной информации», и как своего рода «текст», в содержании которого записана программа формирования всех важнейших функциональных единиц живой клетки, в том числе и программа собственного самовоспроизведения (самокопирования, репликации). Появилась новая исследовательская программа: жизнь как «семиотическое» (знаковое) образование, как «текст». А отсюда и соответствующие определения: «жизнь – это самоорганизующая и порождающая активность открытых неравновесных систем, обусловленная их семиотической структурой» [14]. Или, как пишет известный отечественный биофизик С.Э. Шноль, «основа биологической специфичности – возникающая в процессе естественного отбора «осмысленная», целесообразная последовательность нуклеиновых оснований в полинуклеотидных молекулах нуклеиновых кислот. Чем «лучше» отображена последовательность нуклеиновых оснований, чем «совершеннее» наследственный текст, тем с точки зрения термодинамики более неравновесна молекула нуклеиновых кислот и далее – соответствующие ей молекулы белков, клеточные структуры и т.д. Сохранение «неравновесных» наследственных текстов – специфическое обязательное свойство жизни» [15].

В свое время генетики были поражены, обнаружив, что наследственность представляет собой сообщение, записанное в хромосомах с использованием химического алфавита. С этого времени заимствованные из лингвистики понятия широко используются в молекулярной генетике. При этом, как подчеркивает Фр. Крик (напомню – один из авторов открытия структуры ДНК, лауреат Нобелевской премии, бесспорный лидер в молекулярной генетике 50–70-х гг.), все попытки объяснить особенности генетического кода чисто химическими причинами оказались безуспешными, и это, видимо, принципиально: код формировался уже на основе чисто биологических механизмов случайного мутирования и естественного отбора [16].

Осознание этого обстоятельства приводит к все более ясному пониманию антиредукционистской сущности основных результатов молекулярной биологии (как, впрочем, и всех основных парадигм дарвинистской биологии XX в.). «Наиболее сильный аргумент против сводимости биологии к физико-химии, – пишет, например, современный автор на страницах «Журнала общей биологии», – представляет сама последовательность ДНК, которая не может быть выведена из физико-химии нуклеотидов. Напротив, эта невыводимость – необходимое условие, позволяющее ДНК содержать генетическую информацию, содержать код. ... Связать структуру триплетов ДНК с определенными аминокислотами, исходя из физико-химических свойств триплетов и аминокислот, невозможно, ибо этой связи нет. Связь эта символическая. Мы читаем генетические тексты только потому, что все организмы Земли «говорят» на одном языке. Когда клетка сама читает генетические тексты, переводя их сначала в тексты РНК, а затем и в аминокислотные последовательности, она использует аппараты, основанные на физико-химических взаимодействиях, но роль их только служебная. Все сущностные процессы биологии имеют характер

символичности. Ни физико-химия вообще, ни энергетика в частности не определяют живое. Хотя живое во всем этом нуждается, определяющими являются смысловые составляющие, не физико-химическая причинность, а смысловые сигналы... И никакого «causa equat effectum». Общая теория биологии должна быть семантической, а не физико-химической. Организм гораздо ближе к компьютеру, чем к химическому ферментатору» [17].

Организм, вне всякого сомнения, ближе к компьютеру, чем к химическому ферментатору, но еще ближе он к человеку. Ранее это было осознано на материале данных этологии, социобиологии, эволюционной психологии, приматологии и других наук об организации и поведении высших организмов [18], теперь это становится очевидным и на материале молекулярной биологии клетки. Весь арсенал гуманитарных понятий приходится задействовать для понимания жизни уже на самом элементарном уровне протекания жизненных процессов. Таким образом, мы видим, что живое в свете данных науки начала XXI в. – это материальная система, подчиняющаяся всем известным законам физики и химии, но это одновременно и система, обладающая внутренне присущими ей свойствами *осмысленности* и *целенаправленности*. Такой результат может означать все что угодно, но только не механицизм. *Но витализм ли это?*

Жизнь в том виде, в каком она все более отчетливо прорисовывается через данные современных естественных наук, значительно более «виталистична», чем это представлялось механицистам совсем недавнего прошлого. Но все дело в том, что в свете опыта развития философии и методологии науки XX в. мы не только не обречены на вечное заключение в этой узкой категориальной клетке, а, напротив, все явственнее ощущаем потребность выйти за её пределы. Как не уставал подчеркивать в свое время акад. И.Т. Фролов, биология XX в. сделала очевидной ложность самой альтернативы [19]. Говоря более модным языком, дихотомия «механи-

цизм – витализм» подвергнута деструкции (поклонники Ж. Деррида сказали бы – «деконструкции») самим ходом развития биологии XX в. Между прочим, задолго до Деррида и прочих постмодернистов на необходимость разрушения прежних бинарных оппозиций стали обращать внимание сами ученые, творцы современных концепций жизни. Напомню, что Н. Винер начинает свою знаменитую «Кибернетику» с главы «Ньютоновское и бергсоновское время», где подробно анализирует критику А. Бергсоном научного понятия времени. Как убедительно показано Винером, в контексте опыта создания наук о сложных системах управления витализм выиграл спор до такой степени, что даже механизмы оказались соответствующими виталистической структуре времени. «Должны ли мы назвать новую точку зрения материалистической?» – задается он вопросом. И отвечает: «это в основном вопрос о словах. Господство материи характеризует определенную стадию физики XIX столетия в гораздо большей степени, чем современность. Сейчас “материализм” – это лишь что-то вроде вольного синонима слова “механизмизм”». И завершает: «По существу, весь спор между механицистами и виталистами можно отложить в архив плохо сформулированных вопросов» [20]. То же имел в виду и И.Т. Фролов, говоря о ложности альтернативы «механицизм – витализм», преодолеваемой всем ходом диалектического развития наук о живой природе.

Литература

1. *Боген Г.* Современная биология. – М., 1970. – С.17.
2. *Бернар К.* Определение жизни и задачи физиологии // *Сущность жизни.* – СПб, 1903. – С. 131.
3. Цит. по: На пути к теоретической биологии. – М., 1970. – С. 11.
4. *Мосолов А.Н.* Теория, ведомая практикой, всегда заходит в тупик // *Эрвин Бауэр и теоретическая биология (К 100-летию со дня рождения).* – Пущино, 1993. – С. 103.
5. Цит. по: Основы общей биологии. – М., 1982. – С. 14.
6. *Рассел Б.* Человеческое познание. Его сфера и границы. – Киев, 1997. – С. 48.
7. *Бернал Дж.* Возникновение жизни. – М., 1969. – С. 213.
8. Подробнее см.: *Борзенков В.* Теория Ч. Дарвина – ядро современной биологии // *Высшее образование в России.* – 2003. – №4.
9. *Шелдрейк Р.* Новая наука о жизни. – М., 2005. – С. 10.
10. *Капра Ф.* Паутина жизни. Новое научное понимание живых систем. – К., 2003. – С. 95.
11. *Бауэр Э. С.* Теоретическая биология. – М., 1935. – С.43.
12. *Меллер Г.Д.* Ген как основа жизни // *Меллер Г.Д. Избранные работы по генетике.* – М. – Л., 1937. – С. 148–177.
13. *Корогодин В.И., Корогодина В.А.* Информация как основа жизни. – Дубна, 2000.
14. *Игамбердиев А.У.* Логика организации живых систем. – Воронеж, 1995. – С. 96.
15. *Шноль С.Э.* Эрвин Бауэр и «Теоретическая биология» // *Эрвин Бауэр и теоретическая биология.* – 1993. – С. 16.
16. *Крик Фр.* Жизнь как она есть: её зарождение и сущность. – М., 2002. – С. 117.
17. *Щербаков В.П.* Эволюция как сопротивление энтропии. 1. Механизмы видового гомеостаза // *ЖОБ.* – 2005. – № 3. – С. 206.
18. *Борзенков В.Г.* Человек в научной картине природы // *Философская антропология: Учеб. пособие.* – М., 2005.
19. *Фролов И.Т.* Избр. труды: В 3 т. Т.1: Жизнь и познание. – М., 2002.
20. *Винер Н.* Кибернетика или управление и связь в животном и машине. – М., 1958. – С.62–63.