

II. ФИЛОСОФИЯ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ В ОБЩЕЙ ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЕ

DOI: 10.12737/2306-174X-2023-11-4-38-53

ЕЩЕ РАЗ О РЕДУКЦИОНИЗМЕ И ХОЛИЗМЕ В СИСТЕМОЛОГИИ

Г.С. РОЗЕНБЕРГ

*Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал
Самарского федерального исследовательского центра РАН,
ул. Комзина, 10, Тольятти, Россия, 445003*

Аннотация. Редукционизм (лат. *reduction* – упрощение) – сведение сложного к простому; холизм (греч. *holos* – целый) – понятие, связанное с разработкой системной методологии и системной парадигмы в познании. «Сталкивать лбами» холизм и редукционизм – не конструктивно. Каждая из парадигм выполняет свою роль в создании теоретической биологии. Предполагается, что следующей методологией изучения сложных систем, которая также будет объединять предыдущие, будет теория хаоса-самоорганизации.

Ключевые слова: редукция, сложная система, принципы, естествознание, системология, третья парадигма.

ONCE AGAIN ON REDUCTIONISM AND HOLISM IN SYSTEMOLOGY

G.S. ROZENBERG

*Institute of Ecology of the Volga River Basin of the RAS – branch Samara Federal
Research Center of the RAS, Komzin st., 10, Togliatti, Russia, 445003*

Abstract. Reductionism (lat. *reduction* – simplification) - reduction of the complex to the simple; holism (Greek *holos* – whole) is a concept associated with the development of a systemic methodology and a systemic paradigm in cognition. “Pushing head-on” holism and reductionism is not constructive. Each of the paradigms plays its own role in the creation of theoretical biology. It is assumed that the next methodology for studying complex systems, which will also combine the previous ones, will be the theory of chaos-self-organization.

Key words: reduction, complex system, principles, natural science, systemology, third paradigm.

Введение. Мне уже приходилось несколько раз высказываться о соотношении *редукционизма* и *холизма* как двух методологических принципов изучения сложных систем [1-3]. Однако, в последнее время появилось несколько «знаковых» работ [4-8 и др.], которые заставили меня вновь обратиться к этой проблеме. Кроме того, определенное влияние на меня оказали размышления нобелевского лауреата, физика В.Л. Гинзбурга¹ [9, 10, с. 436-437, 439]: «вопрос о редукционизме – это одновременно великая физическая и биологическая проблема, а она, как я убежден, будет одной из центральных в науке XXI века. <...>

Вместе с тем, можно ли считать, что возможность редукции биологии к современной физике несомненна? Здесь ключевым является слово "современная". И с учетом этого слова дать положительный ответ было бы, как мне кажется, неправильно. Пока дело не сделано, нельзя исключать возможность того, что мы даже на фундаментальном уровне еще не знаем чего-то необходимого для редукции. <...> Что касается третьей из "великих проблем" – редукционизма – сознаю свою некомпетентность (*первые две – это "стрела времени" и проблема интерпретации и понимания квантовой механики. – Г.Р.*). Быть может, именно поэтому не был бы удивлен, если бы в XXI веке создали "жизнь в пробирке". Но, если это и будет достигнуто, то биохим-

¹ На эти работы обратил мое внимание профессор В.М. Еськов, за что я ему и благодарен.

мическими методами, физика здесь явно может играть лишь вспомогательную роль. Так или иначе, каких-либо прогнозов в этой области я делать не могу». Так, например, в книге физика-теоретика и популяризатора науки Д. Дойча [4, с. 31] читаем: «Что же побуждает ученых использовать термин "теория всего"² для столь узкой, хотя и захватывающей части знания? Я полагаю — еще один ошибочный взгляд на природу науки, который осуждают многие критики науки, но (увы!) одобряют многие ученые: представление о том, что наука по существу является *редукционистской*. Да, наука как будто объясняет все путем редукции, раскладывая вещи на составляющие. Например, сопротивление стены проникновению или опрокидыванию объясняется тем, что стена — это огромный набор взаимодействующих молекул. Свойства этих молекул, в свою очередь, объясняют через составляющие их атомы и взаимодействие этих атомов друг с другом и так далее до мельчайших частиц и самых фундаментальных взаимодействий. Редукционисты считают, что все научные объяснения и, возможно, любые достаточно глубокие объяснения принимают именно такую форму». И далее: «В настоящее время мы располагаем только приближениями к редукционистской "теории всего". Они уже достаточно точно могут предсказывать законы движения отдельных субатомных частиц. Используя эти законы, современные компьютеры могут рассчитать до опреде-

² *Теория всего* – гипотетическая объединённая физико-математическая теория, описывающая все известные фундаментальные взаимодействия (гравитационное, электромагнитное, сильное и слабое ядерное; кроме того, она должна объяснять существование всех элементарных частиц). В современной научной литературе вместо понятия «теория всего», как правило, используются представления о «единой теории поля»; правда следует иметь в виду, что *теория всего* может быть построена и без использования понятия «поле» [8]. Замечу также, что уже в рассказах С. Лема [11, с. 78] "Звездные дневники Ийона Тихого" можно прочесть: «Девяти лет от роду он (*Иеремия Тихий, прадед Ийона Тихого*. – Г.Р.) решил создать Общую Теорию Всего на Свете, и ничто уже не могло этому помешать».

ленного уровня детализации движение любой изолированной группы из нескольких взаимодействующих частиц, если известно их начальное состояние. Но даже мельчайшая крупинка вещества, видимая невооруженным глазом, содержит триллионы атомов, каждый из которых состоит из множества субатомных частиц и непрерывно взаимодействует с внешним миром, так что предсказать поведение этой крупинки через поведение образующих ее частиц не представляется возможным. Дополняя точные законы движения различными приближенными схемами, мы можем предсказать некоторые аспекты общего поведения достаточно крупных объектов, например, температуру плавления или кипения данного химического соединения. Большая часть химии сводится таким образом к физике. Но для наук более высокого уровня программа редукционистов – всего лишь дело принципа. *Никто на самом деле не собирается выводить многочисленные принципы биологии, психологии или политики из принципов физики (выделено мной. – Г.Р.)* Причина, по которой предметы более высокого уровня вообще поддаются изучению, состоит в том, что в определенных условиях непостижимо сложное поведение огромного количества частиц становится основой простоты и понятности. Это называется *эмерджентностью*, то есть проявлением: высокоуровневая простота как бы проявляется из низкоуровневой сложности» [4, с. 31-32]. А еще чуть далее, опять разворот на 180° [4, с. 32-33]: «Кстати, противоположностью редукционизма является *холизм* – идея о том, что единственно законными являются объяснения через системы высокого уровня, – и она еще более ошибочна, чем редукционизм. Чего ожидают от нас холисты? Того, что мы прекратим наши поиски молекулярного происхождения болезней? Или станем отрицать, что люди состоят из субатомных частиц? Там, где существуют редукционистские объяснения, они столь же желанны, как любые другие». Иными словами, спор сторонников редукционизма и сторонников холизма о том, какой из принципов верен, не затихает. Хотя в таких ситуациях наиболее работоспособным, зачастую, оказывается *принцип*

Сергея Михалкова «мамы разные нужны, мамы разные важны».

1. Принципы современного естествознания и системологии

Главные принципы современного естествознания (естественнонаучный метод познания), можно свести в табл. 1. Применительно к построению принципов, под «допущениями» я понимаю некоторые посту-

латы (недоказуемые утверждения, предположения), на основании которых сформулирован принцип, а под «предпосылками» – (условия), которые способствовали введению принципа. Среди принципов системологии также можно выделить несколько основных [1, 12]; см. табл. 2 и рис. 1. Чуть подробнее прокомментирую некоторые из них.

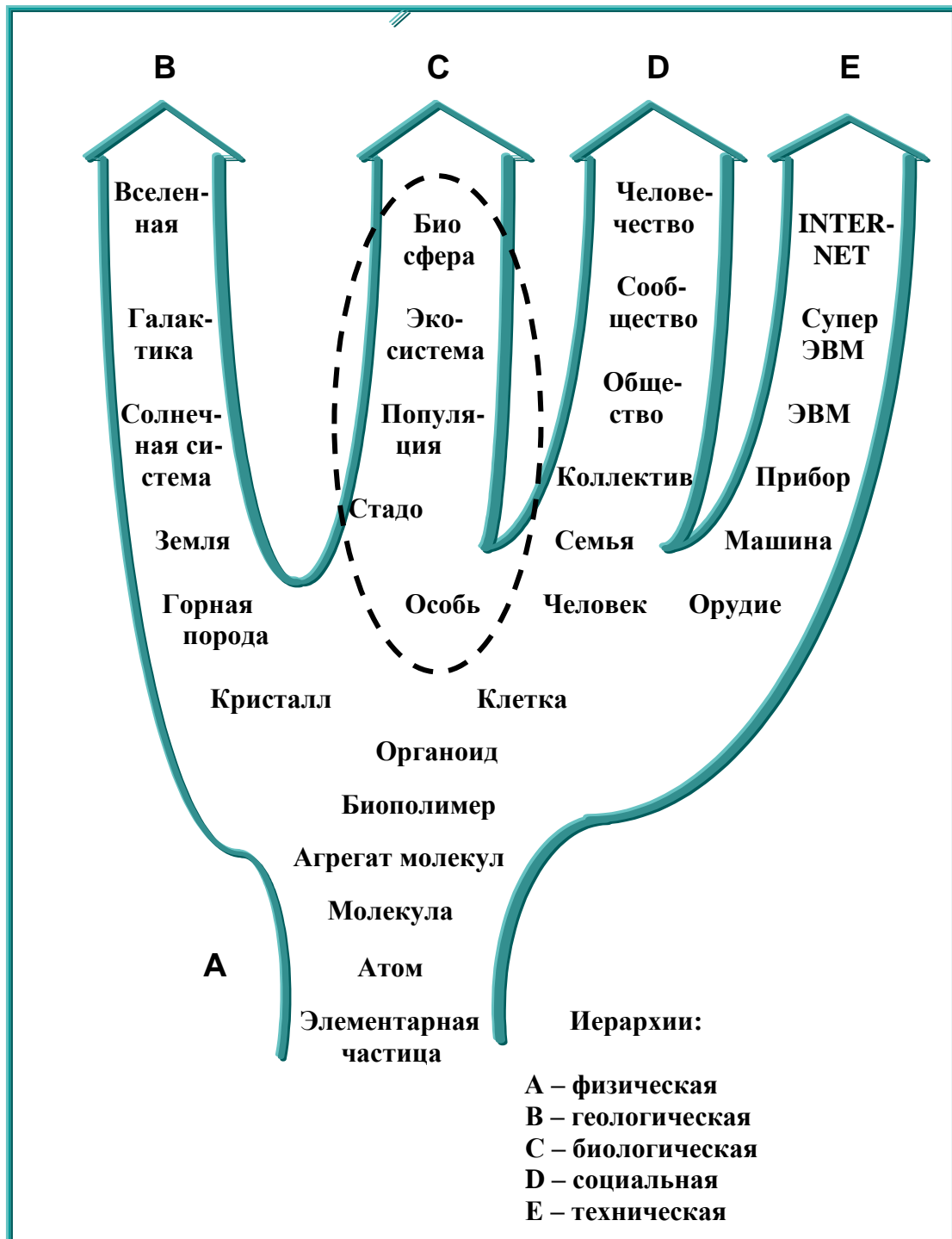


Рис. 1. Иерархическая организация систем (пунктиром отмечена часть биологической иерархии, исследуемая экологией)

Главные принципы современного естествознания

| Принципы | Содержание принципа | Допущения-постулаты и предпосылки, на основании которых сформулирован принцип |
|-----------------------------|--|---|
| Опора на эмпирические факты | Научное знание основано на эмпирических фактах, опирается на них при выводе и/или подтверждается ими. | Научное познание, опирающееся на эмпирические факты, более эффективно, чем познание без опоры на них. Наука нуждается в основаниях «научности», нуждается в кирпичиках, из которых будет построено здание научного знания (англ. <i>seeing is believing</i> [увидеть – значит, поверить]). |
| Рациональность | Мир рационально (непротиворечиво) устроен, и человеческий разум в состоянии постичь законы мироздания. | Все явления в мире подлежат не противоречивому описанию; логическая конструкция, которая способна эти явления не противоречиво описать, может быть создана человеческим разумом [13, с. 237]. Естественнонаучная картина мира строится в строгом соответствии с законами логики, а потому не предположить логическую обоснованность всех явлений мироздания было бы, по меньшей мере... не логично [14]. |
| Редукция | Объяснять неизвестное посредством сведения к хорошо изученному. | <p>Естественнонаучная картина мира приобретает некое тождество с мифологической: пространство теорий (земля) покоится на причинах и законах (слоны и черепаха), кои в свою очередь плавают в океане постулатов и аксиом... [14]:</p> <ul style="list-style-type: none"> • принцип формулируется как вытекающий из объективного описания законов природы (принцип детерминизма: все явления в мире имеют причины); • и познающего сознания (принцип познаваемости: эти причины в принципе постижимы) [13, с. 238]; • характерное для науки в целом стремление выделить «эталон научности»; • некий стандарт, к которому следует подтянуть все области познания; • потребность в «незыблемых и окончательных» (на данный период времени) постулатах (аксиомах), на которые могут опереться все прочие основания и причины. |
| Простота | "Не следует делать посредством большего то, что можно достичь посредством меньшего" (У. Оккам [William of Ockham; 1285-1347]). | <p>Для науки во все времена было свойственно перманентное существование множества теорий, объясняющих одни и те же явления. Естественным образом возникает необходимость в приемлемом критерии для выбора теории «первой среди равных» [14]. Предпосылками этого являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> • интуитивное представление о том, что законов природы намного меньше и они проще, чем объясняемые с их помощью явления; • интуитивное убеждение в том, что правильная (истинная) теория проста. |

| | | |
|---------------------------|--|---|
| Идеализация | Выявить (выделить) существенное в чистом виде и отбросить несущественное, которым можно пренебречь. | Собственно, предположение о возможности выявить существенное и отбросить несущественное и являются теми допущениями, на основании которых вводится данный принцип. <ul style="list-style-type: none"> • невозможность создания теории об индивидуальных объектах (необходимость обобщений); • невозможность включить в логическую конструкцию теории абсолютно все составляющие тех объектов, изучением которых теория призвана заниматься. Своего рода, аналог экологического <i>принципа Либиха–Шелфорда</i> для теоретического знания. |
| Независимая проверяемость | Предлагаемые теории (гипотезы) должны подтверждаться иными эмпирическими данными и логическими рассуждениями, отличными от тех, на основании которых предложены. | Научному сообществу хотелось бы сохранить теории «подающие надежды» на истинность, но имеющие внутренние противоречия, и при этом не превратить науку в «демократическое общество свободных (от обоснования) теорий» [14]. |

Таблица 2

Главные принципы современной системологии

| Принципы | Содержание принципа | Допущения-постулаты и предпосылки, на основании которых сформулирован принцип |
|--|--|---|
| Иерархической организации (или интегративных уровней [15]) | Позволяет соподчинить друг другу как естественные, так и искусственные системы. | Отказ от редукционизма как методологии изучения сложных систем и возможность использования редукции как метода (схема иерархической организации мира основана на редукции). Фактически – это пирамида, каждым уровнем которой управляет более высокий уровень. |
| Несовместимости Лотфи Заде [16] | Чем глубже анализируется реальная сложная система, тем менее определены наши суждения о ее поведении. Иными словами, сложность системы и точность, с которой ее можно анализировать, | «Исследователь постоянно находится между Сциллой усложненности и Харибдой недостоверности. С одной стороны, построенная им модель должна быть простой в математическом отношении, чтобы ее можно было исследовать имеющимися средствами. С другой стороны, в результате всех упрощений она не должна утратить и "рациональное зерно", существо проблемы» [17, с. 28]. |

| | | |
|--|---|--|
| | связаны обратной зависимостью. | |
| Контринтуитивного поведения Джея Форрестера [18] | Дать удовлетворительный прогноз поведения сложной системы на достаточно большом промежутке времени, опираясь только на собственный опыт и интуицию, практически невозможно. | Наша интуиция «воспитана» на общении с простыми системами, где связи элементов практически всегда удастся проследить. Контринтуитивность поведения сложной системы состоит в том, что она реагирует на воздействие совсем иным образом, чем это нами интуитивно ожидалось. |
| Множественности моделей В.В. Налимова [19] | Для объяснения и предсказания структуры и (или) поведения сложной системы возможно построение нескольких моделей, имеющих одинаковое право на существование. | <p>Это связано с различием:</p> <ul style="list-style-type: none"> • механизмов моделируемого явления; • методов моделирования; • целей моделирования и пр. [2]. <p>Так, например, механизмами такого явления, как миграция на юг насекомоядных птиц, гнездящихся в умеренной зоне, могут быть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • экологические (вид не способен найти зимой достаточно для своего пропитания количества насекомых); • генетические (миграционное поведение этих птиц есть результат заложенной в них генетической программы); • физиолого-генетические (организм реагирует на сокращение светлого времени суток рядом физиологических изменений, в результате чего возникает предмиграционное беспокойство и готовность к началу перелета); • физиолого-экологические (отлет соловьев в данной местности и в конкретный год начинается потому, что резкое похолодание накануне стимулировало дополнительное повышение миграционной активности). |
| Осуществимости Б.С. Флейшмана [20, 21] | Может быть сформулирован следующим образом: <i>мы не надеемся на везение и у нас мало времени.</i> | <p>Позволяет отличить модели сложных систем от обычных математических моделей:</p> <ul style="list-style-type: none"> • математические модели требуют только указания необходимых и достаточных условий существования решения (логическая непротиворечивость: <i>что есть на самом деле?</i>). • модели конструктивной математики дополнительно к этому требуют указания алгоритма нахождения этого решения (например, путем полного перебора всех возможных ситуаций; <i>как надо это сделать?</i>). • системология рассматривает только те модели, для которых этот алгоритм осуществим, т.е. решение может быть найдено с заданной вероятностью p_0 за время t_0 (p_0, t_0- |

| | | |
|---------------------------------|---|--|
| | | осуществимость; преодоление сложности или ответ на вопрос: <i>что мы можем сделать?</i>). |
| Формирования законов | Постулируются <i>осуществимые модели</i> , а из них в виде теорем выводятся законы сложных систем. | Такие законы касаются имеющих место или будущих естественных и искусственных сложных систем. Они могут объяснить структуру и поведение первых и индуцировать построение вторых. Законы системологии носят <i>дедуктивный характер</i> , и никакие реальные явления не могут опровергнуть или подтвердить их справедливость. Последнее утверждение следует понимать так [21, с. 21]: несоответствие между экспериментом над реальной сложной системой и законом может свидетельствовать лишь о несоответствии реальной системы тому классу осуществимых моделей, для которых выведен закон; с другой стороны, соответствие эксперимента закону никак не связано с его подтверждением (он в этом не нуждается, будучи дедуктивным) и позволяет «оставаться» исследователю в рамках принятых при выводе закона допущений и гипотез. |
| Рекуррентного объяснения | Свойства систем данного уровня иерархической организации мира выводятся в виде теорем (объясняются), исходя из постулируемых свойств элементов этой системы (т.е. систем непосредственно нижестоящего уровня иерархии) и связей между ними. | Так, для вывода свойств экосистемы (биоценоза) постулируются свойства и связи популяций, для вывода свойств популяций – свойства и связи особей и т. д. Особенности этого принципа системологии хорошо иллюстрирует цитата из работы ярко «физикалистского плана» В.В. Алексеева [22, с. 21-22]: «Между тем проблема физического истолкования процесса эволюции, хотя к ней привлечено внимание многих крупных ученых, до сих пор остается загадкой. Основное явление, которое требует такого истолкования – естественный отбор. <i>Необходимо интерпретировать его в точных молекулярных терминах, то есть в конечном счете на языке квантовой механики (выделено мной. – Г.Р.)</i> ». |
| Минимаксного построения моделей | Теория должна состоять из простых моделей (min) систем нарастающей сложности (max). | Формальная сложность модели (например, число описывающих ее уравнений) не должна соответствовать неформальной сложности системы. Отсюда следует, что грубая модель динамики экосистемы может оказаться проще более точной модели более простой системы (например, модель энергетического баланса особи [23]). Этот принцип рассматривается как аналог <i>принципа «бритвы Оккама»</i> (см. выше табл. 1) |

Принцип иерархической организации. Схема иерархической организации мира основана на редукции (более подробно соотношение редукционизма и холизма будет рассмотрено далее). Соподчинение как естественных, так и искусственных систем приведено на рис. 1. Данная схема достаточно условна (например, такой объект, как почва, должен рассматриваться как объединение объектов иерархий А, В и С, а промыслово-хозяйственные системы – как объединение объектов иерархий С, D и E).

В иерархических моделях материальных и духовных явлений очевидным образом вводятся горизонтальные (на одном уровне иерархии) и вертикальные, межуровневые связи и отношения. Исходя из поставленных целей, выбирается уровень изучения, детальность исследований, масштаб представления, по возможности, адекватно отражающий целевые различия и сходства явлений. Так, для определения границ живого на современном уровне знаний бессмысленно спускаться на внутриатомный уровень, на котором камень и человек не различимы. Несмотря на это, принцип иерархической организации оказывается весьма полезным при изучении сложных систем (ниже будет рассмотрен еще один связанный с этим принцип – *принцип рекуррентного объяснения*).

Принцип несовместимости. Примерно тот же смысл принципа несовместимости находим и в, так называемой, «основной теореме» [24, с. 101-102]: «поэтому мы рискуем присвоить этой теореме (*теорема о гомоморфизмах*. – Г.Р.) торжественное наименование "Основной теоремы". Пользуясь лингвистической терминологией, эту основную теорему можно выразить следующим образом: *Точность любого описания – это точность соглашения о неразличении отождествляемого...* (выделено автором. – Г.Р.). Конечно, термин "Основная теорема" употреблен выше если и всерьез, то с достаточно ясным пониманием вкладываемой в него меры условности».

Принцип контринтуитивного поведения. Что касается принципов несовместимости и контринтуитивного поведения, то они, являясь, по сути, развитием тезиса Со-

крата в поэтической формулировке Омара Хайяма «*Мне известно, что мне ничего не известно: вот последняя тайна, открытая мной*», отражают вероятностную (стохастическую) и синергетическую природу оператора преобразования параметров в отклик.

Остальные принципы относятся к моделям сложных систем и составляют, собственно, основу *конструктивной системологии*; они достаточно подробно представлены в табл. 2 и не требуют комментариев.

2. Простые свойства сложных систем

Вернемся к «нашим баранам» и попробует ответить на вопросы: что такое редукционизм? что такое холизм? чем эти принципы отличаются и что привело к их появлению?

Важное следствие системного подхода к изучению экологических феноменов – различение простых (аддитивных) и сложных свойств экосистем. В системологии под *целостными (сложными) параметрами* понимают такие характеристики, которые присущи целой системе, но либо отсутствуют у составляющих её элементов, либо имеются и у элементов, и у системы в целом, но не выводимы для последней из знания их для элементов. Это и есть *принцип эмерджентности* (см.: [25]), важную роль которого в экологии особо подчеркивает Ю. Одум [26, с. 17]: «принцип несводимости свойств целого к сумме свойств его частей должен служить первой рабочей заповедью экологов». К сожалению, собственно сложные параметры экосистем анализируются не часто; основное внимание экологов сконцентрировано на энергетических аспектах функционирования экосистем.

Как следует из предсказаний В.Л. Гинзбурга [10], успехи современной физики не только повлекли за собой проникновение в биологию физико-химических методов исследования объектов различных уровней биологической иерархии, но и навязали физический «образ мышления» при постановке и решении различных биологических задач. При этом забывается, что физический научный метод – наблюдение, размышление и опыт (см. табл. 1) – применялся к анализу *простых свойств* исследуемых сложных систем.

А. Эйнштейн писал [27, с. 9]: «Физик вынужден сильнее ограничивать свой предмет, довольствуясь изображением наиболее простых, доступных нашему опыту явлений, тогда как все сложные явления не могут быть воссозданы человеческим умом с той точностью и последовательностью, которые необходимы физику-теоретику. Высшая аккуратность, ясность и уверенность – за счёт полноты. Но какую прелесть может иметь охват такого небольшого среза природы, если наиболее тонкое и сложное малодушно и боязливо оставляется в стороне? Заслуживает ли результат такого скромного занятия гордое название "картины мира"?».

Именно по этой причине редукционизм и занял главенствующее положение при описании *простых свойств* сложных систем. «Простейшие системы состоят из малого числа элементов, между которыми возможны простые связи. Хорошим примером является термостат. У него невысокая сложность детализации и небольшая динамическая сложность. Очень сложная система может состоять из множества элементов или подсистем, и все они способны пребывать в разных состояниях, которые будут меняться в ответ на то, что происходит с другими частями. Построить схему такого рода сложной системы – все равно что найти путь в лабиринте, который полностью изменяется в зависимости от избранного нами направления» [28, с. 38]. Для этих целей действительно плодотворной является методология редукционизма и язык, например, дифференциальных уравнений, с помощью которого в основном и создаются многочисленные математические модели экосистем. При построении теории простых параметров данный подход является не только необходимым, но и достаточным, а вот для исследования сложных параметров такие рассуждения, будучи необходимыми, явно недостаточны. Например, биомассу некоторого растительного сообщества (простое совокупное свойство) можно узнать путём взвешивания и суммирования веса каждого растения. Однако знание биологической продуктивности, хотя и представляет известный интерес, не содержит полной информации об

интегральных качествах (скажем, замкнутости или целостности растительного сообщества; зная устойчивость отдельного дерева к радиоактивному загрязнению, нельзя сказать, что устойчивость леса из 1000 деревьев будет в 1000 раз выше, чем у отдельного дерева). В противоположность оценке вещественно-энергетических параметров (простых характеристик экосистем) системный подход ориентирует на исследование сложных (функциональных) характеристик.

3. Сложные свойства сложных систем

Сложные системы «пронизаны» множеством связей, а потому считается, что, как правило, они отличаются повышенной стабильностью. Здесь отлично подходит французская поговорка: *Plus ça change, plus c'est la même chose* – чем больше перемен, тем больше все остается по-прежнему. И легко понять, почему так происходит. «Представьте себе систему в виде особого рода паутины, каждый элемент которой связан со многими другими и влияет на них. Чем больше в ней элементов, тем выше сложность детализации. Чем шире круг их возможных состояний, вариантов формирования временных альянсов, тем больше число возможных связей между ними и тем выше динамическая сложность данной системы» [28, с. 39]. Однако сегодня, особенно в экологических работах с анализом математических моделей экосистем, это положение можно считать либо вообще неверным, либо требующим какого-то иного, более правдоподобного объяснения (например, с учетом возрастной структуры популяций или случайным образом составленных пищевых цепей [29-31]). Да и логика некоторых рассуждений (чаще всего, физиков) весьма непоследовательна. Так, американский физик, нобелевский лауреат Р. Фейнман [32, с. 64] подчеркивает: «Но если бы мы должны были назвать то самое главное, что ведёт нас сейчас всё вперёд в наших попытках понять явление жизни, мы обязаны были бы сказать: "все тела состоят из атомов", всё что происходит в живых существах, может быть понято на языке движений и покачивания атомов». Добавлю к этим высказываниям цитату из статьи

А.Л. Бучаченко [33, с. 1102, 1103]: «Современная биология энергично идёт по пути редукционизма, по пути химии живого. <...> Повторю: редукционизм в биологии, как и в химии, и в науке вообще, – критерий правды». Однако, не все физики столь категоричны. Так, по выражению американских физиков Н. Голденфельда и Л.Ф. Каданоффа [34, с. 35], «для описания бульдозера излишне использовать кварки».

Спокойный и трезвый обзор соотношения редукционизма и холизма можно найти в целом ряде работ. При этом авторы сходятся в том, что, как подчёркивал отечественный палеоботаник и биолог-теоретик С.В. Мейен [35, с. 164], необходимо «ясно сформулировать основные принципы такого подхода, который бы включал редукцию как рабочий метод, но не включал редукционизм как систему постулатов, не повторял увлечений редукционизма, но и не уступал ему по продуктивности».

Таким образом, истина, о которой говорит А.Л. Бучаченко [33], как уже неоднократно подтверждалось, находится где-то между крайними точками зрения. Об этом справедливо пишет Ю. Одум [26, т. 1, с. 18]: «И холистический, и редукционистский подходы следует использовать в равной мере, не противопоставляя их друг другу. <...> Экология стремится к синтезу, а не к разделению». Аналогична и позиция А.А. Любищева: «Если редукционисты склонны утверждать, что только на пути редукционизма можно достигнуть решительных успехов в науке, то ирредукционисты вовсе не склонны претендовать на монополию» [36, с. 247].

4. Редукционизм, холизм и третья парадигма

Редукция как познавательный прием необходимо присутствует не только в естественных науках, что отмечается в литературе, но и в социально-гуманитарных [37], что свидетельствует о необходимости этого метода в системологии. Так, отечественный философ В.И. Аршинов отмечает, что редукция необходима прежде всего для выработки более точного научного языка наряду с абстракцией, идеализацией и моделированием; кроме того, редукционистский подход способствовал «созданию новых

знаковых средств в науке, конструированию искусственных формализованных языков, а тем самым – созданию необходимых предпосылок для появления кибернетики, компьютерной логики, когнитологии и т. д. Наконец, редукционистская программа вызвала к жизни в качестве ответной реакции альтернативную программу решения проблемы единства науки на основе общей теории систем. <...> Ряд методологических установок системного движения стал составной частью *синергетики*, ее становления» [38, с. 431; 39, 40].

С этих позиций методологическое соотношение «редукция – холизм» совсем по-иному смотрится в рамках *третьей парадигмы и теории хаоса-самоорганизации* (ТХС, включая *фрактальную геометрию*). [39, 41, 42]. Если для первой, *детерминистской* парадигмы редукционизм проявляется как убежденность в жесткой однозначной детерминации структуры и динамики сложных систем (из единой точки А закономерно попадаем в единую точку В), во второй (*стохастической*) парадигме имеет место случайная (вероятностная) связь элементов сложной системы и, как следствие, её случайное поведение (из единой точки А закономерно попадаем в некоторую область точки В), то в рамках ТХС вообще нет единой точки А и мы движемся из некоторой её области. Тогда в первой парадигме методологически имеем редукционизм, во второй – холизм, а в третьей – методологию, которая базируется на использовании сильно неравновесных состояний и свойств хаотизированных систем, обладающих способностью активизировать приспособительные (адаптивные) процессы и повышать эффективность функционирования сложных систем [43, с. 47].

Проблемы, связанные с редукционизмом, холизмом и третьей парадигмой требуют специального рассмотрения, что предполагается сделать в отдельной, новой статье.

Заключение. Редукционизм и холизм – два подхода к изучению сложных систем; несмотря на то, что это достаточно древние методологии, продолжают споры о том, какой подход лучше. «Я согласен с тем, что должны существовать какие-то отношения

между частями (индивидуумами), какие-то связи, пусть даже слабые, для того чтобы сообщества были чем-то большим, чем просто агрегаты» [44, р. 234]. А вот цитата из "Фауста" В. Гёте [45, с. 119] (в переводе Н.А. Холодковского):

*Иль вот: живой предмет, желая изучить,
Чтоб ясное о нем познание получить, –
Ученый прежде душу изгоняет,
Затем предмет на части расчленяет
И видит их, да жаль: духовная их связь
Тем временем исчезла, унеслась!..*

И с другой стороны (назову лишь одну работу): биохимик, академик Е.Д. Свердлов опубликовал статью «Биологический редукционизм уходит? Что дальше?» [46, с. 710]: «доступная компьютерная мощ-

ность и прогресс в анализе сложных систем позволяют надеяться, что *системный подход всё-таки станет основным и незаменимым в биологии (выделено мной. – Г.Р.)*».

В этой ситуации необходимо четко представлять, что *редукция как метод применима для анализа простых свойств как простых, так и сложных систем*. Однако степень экстраполяции полученного при такой редукции знания будет определяться естественной типологией исследованных объектов (в экологии – экосистем), а это уже сложная целостная характеристика.

С этой позиции легко схематично показать [2] процесс смены основных парадигм в познании сложного мира (табл. 3).

Таблица 3

Смена исследовательских парадигм

| Парадигмы | Познавательные установки | | |
|--|--------------------------|---------------|-------------|
| | Редукция | Наличие целей | Эксперимент |
| «Наивная» системология (философы Древней Греции). Редукционизм как методология и редукция как метод отвергались, у каждого объекта предполагалось наличие целей («Камень падает на землю, потому что он хочет вернуться в исходную точку» – Аристотель), мир изучался путем «лицезрения», наблюдений. | – | + | – |
| Физикализм (естественнонаучный метод познания Галилея). Основа познания – редукционизм («Кусок льда обладает теми же физическими свойствами, что и огромный айсберг»), отсутствие целей у объектов («Природа не злонамеренна» – Ньютон, Эйнштейн), активное экспериментальное подтверждение истины («Критерий истины – в практике» – Маркс). | + | – | + |
| Системология . Вновь отказ от методологии редукционизма (с возможностью использования методов редукции для исследования простых свойств сложных систем), обязательность механизмов принятия решений (наличие целей); замена натуральных экспериментов на машинные, имитационные (в силу наличия сложных систем, над которыми невозможно проведение экспериментов в естественнонаучном понимании – биосфера в целом, крупные биомы, уникальные экосистемы [оз. Байкал, плато Укок, Самарская Лука и пр.]). | – | + | –, + |

Все это иллюстрирует оптимизм физиков в объяснении экологических (надорганизменных) феноменов; при этом сторонники редукционизма оказываются более воинствующими, чем системологи, и не приемлют иных точек зрения (Любищев говорит даже об «ультраредукционистском энтузиазме» [36]). Редукционизм и холизм можно рассматривать как два способа постижения реальности, мало чем отличающиеся от двух сторон медали: каждая по-своему значима, но ни одна из них не является полным описанием того, что происходит в мире. Можно привести и другую аналогию. Редукционизм и холизм в чем-то подобны микроскопу и телескопу: эти два мощных инструмента для исследования мира, позволяют как выявлять мельчайшие составляющие того, что составляет мир, так и охватывать его космическое величие.

Но не будем забывать и о третьей парадигме [41]. Именно на этом пути следует ожидать новых «прорывов» в изучении поведения сложных (*complexity*) систем. Можно предположить, что об этом говорится и в цитатах, которыми я и закончу статью: «В жизни есть все – и то, что может быть вполне адекватно передано физикой, как классической, так и неклассической; и то, что физике неподвластно, но может исследоваться нефизическими научными дисциплинами; и, наконец, в тайне жизни заключена и некоторая ненаучная и непостижимая составляющая, навсегда делающая жизнь загадкой для человеческого разума» [47, с. 274] и «Базисом "водораздела" между ДСП (*детерминистско-стохастическим подходом*. – Г.Р.) и синергетической парадигмой является не особые характеристики динамики поведения объектов, процессов, явлений (нелинейность, неустойчивость и бифуркации, хаотическая динамика и др.), а существование самих этих объектов, процессов, явлений в природе и обществе и априорная невозможность их изучения в рамках ДСП как в древние века, так и в наше время» [41, с. 31].

Литература

1. Розенберг Г.С. Модели в фитоценологии. – М.: Наука, 1984. – 256 с.
2. Розенберг Г.С. Введение в теоретическую экологию / В 2-х т.; изд. 2-е, исправ. и допол. – Тольятти: Кассандра, 2013. Т. 1. – 565 с. Т. 2. – 445 с.
3. Розенберг Г.С. Холизм + редукционизм: две дороги к Храму // Вестн. РАН. 2014. Т. 84, № 8. – С. 43-46.
4. Дойч Д. Структура реальности. Наука параллельных вселенных. – М.: Альпина нон-фикшн (АНФ), 2015. – 430 с. URL: <https://enc-medica.ru/wp-content/uploads/Д.Дойч-Структура-реальности.pdf> (дата обращения: 17.12.2022).
5. Погожина Н.Н., Савченко И.А. Холизм и редукционизм как базовые понятия и методологические принципы социально-философских исследований: компаративный анализ // Вопр. философии. 2019. № 1. – С. 43-46.
6. Борчев К.Ф., Темнюк Н.А., Муромцев А.Б. Холизм и редукционизм в науке о живом: проблемы и перспективы современной биологической науки // Научное обозрение. Фундаментальные и прикладные исследования. 2020. № 1. URL: <https://scientificreview.ru/ru/article/view?id=84> (дата обращения: 18.12.2022).
7. Buchachenko A.L. The Beauty and Fascination of Science. – Zürich: Springer Nature (Switzerland), 2020. – 186 p.
8. Каку М. Уравнение Бога: В поисках теории всего = Michio Kaku. The God Equation: The Quest for a Theory of Everything. – М.: Альпина нон-фикшн (АНФ), 2022. – 246 с.
9. Гинзбург В.Л. Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными? // Успехи физ. наук. 1971. Т. 103, № 1. – С. 87-119.
10. Гинзбург В.Л. Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными (тридцать лет спустя, причем уже на пороге XXI века)? // Успехи физ. наук. 1999. Т. 169, № 4. – С. 419-441.

11. Лем С. Двадцать восьмое путешествие Йона Тихого // Ангара (Иркутск). 1969. № 1. – С. 77-87.
12. Флейшман Б.С., Брусилковский П.М., Розенберг Г.С. О методах математического моделирования сложных систем // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник 1982. – М.: Наука, 1982. – С. 65-79.
13. Аллахвердов В.М. Методологическое путешествие по океану бессознательного к таинственному острову сознания. – М.: Речь, 2003. – 368 с.
14. Рыбаков В.А., Покрышкин А.Л. Совместима ли психология и естественнонаучная парадигма. – Томск: Дельтаплан, 2005. – 28 с.
15. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 740 с.
16. Заде Л. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений // Математика сегодня. – М.: Знание, 1974. – С. 5-49.
17. Самарский А.А. Что такое вычислительный эксперимент? // Наука и жизнь. 1979. № 3. – С. 27-33.
18. Форрестер Дж. Антиинтуитивное поведение сложных систем // Современные проблемы кибернетики. Вып. 7. М.: Знание, 1977. – С. 9-25.
19. Налимов В.В. Теория эксперимента. – М.: Наука, 1971. – 207 с.
20. Флейшман Б.С. Системные методы в экологии // Статистические методы анализа почв, растительности и их связи. – Уфа: ИБ БФАН СССР, 1978. – С. 7-28.
21. Флейшман Б.С. Основы системологии. – М.: Радио и связь, 1982. – 368 с.
22. Алексеев В.В. Физика и экология. – М.: Знание, 1978. – 48 с.
23. Ханин М.А., Дорфман Н.Л. Количественные аспекты роста организмов. – М.: Наука, 1975. – 154 с.
24. Гастев Ю.А. Гомоморфизмы и модели (Логико-алгебраические аспекты моделирования). – М.: Наука, 1975. – 148 с.
25. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
26. Одум Ю. Экология: в 2-х т. – М.: Мир, 1986. Т. 1. – 328 с.; Т. 2. – 376 с.
27. Эйнштейн А. Принципы научного исследования // Физика и реальность. – М.: Наука, 1965. – С. 8-60.
28. О'Коннор Д., Макдермотт И. Искусство системного мышления: Необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 256 с.
29. Шапиро А.П. К вопросу о циклах в возвратных последовательностях // Управление и информация. Вып. 3. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1972. – С. 96-118.
30. May R.M. Stability and Complexity in Model Ecosystems. – Princeton (NJ): Princ. Univ. Press, 1973. – 292 p.
31. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. Т. 2. – М.: Мир, 1989. – 477 с.
32. Фейнман Р. Характер физических законов. – М.: Наука, 1987. – 160 с. (Сер.: Библиотечка «Квант», вып. 62).
33. Бучаченко А.Л. Редукционизм – критерий истины, но не путь к Храму // Вестник РАН. 2003. Т. 73. № 12. – С. 1100-1103.
34. Гольденфельд Н., Каданофф Л.П. Простые уроки сложности // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2019. Т. 28. № 4. – С. 33-37.
35. Мейен С.В. Проблема редукционизма в биологии // Диалектика развития в природе и научном познании: (К 100-летию книги Ф. Энгельса «Анти-Дюринг»). – М.: Наука, 1978. – С. 135-169.
36. Любищев А.А. Редукционизм и развитие морфологии и систематики // Журн. общ. биол. 1977. Т. 38. № 2. – С. 245-263.
37. Микешина Л.А. Редукционизм как проблема философии науки и эпистемологии // Epistemology & Philosophy of Science. 2013. Т. 37, № 3. – С. 5-13.
38. Аршинов В.И. Редукционизм // Новая философская энциклопедия в 4 томах. Т. 3. – М.: Мысль, 2001. – С. 430-431.
39. Буданов В.Г., Аршинов В.И., Филатова О.Е., Попов Ю.М. Третья парадигма и законы развития социумов // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2020. № 1. – С. 38-45.

40. Аршинов В.И., Буданов В.Г. Феномен сложности и квантовая семиотика // Вопросы философии. 2021. № 12. – С. 67-77.
41. Еськов В.М. Третья парадигма. – Самара: Офорт, 2011. – 250 с.
42. Розенберг Г.С., Филатова О.Е. Три парадигмы изучения мира (взгляд экологов) // Принципы экологии. 2022. Т. 12. № 2 (44). – С. 4-14.
43. Назарова Т.С., Шаповаленко В.С. «Синергетический синдром» в педагогике // Педагогика. 2001. № 9. – С. 25-33.
44. Looijen R.C. Holism and Reductionism in Biology and Ecology. The Mutual Dependence of Higher and Lower-Level Research Programmes. – Dordrecht: Springer-Science + Business Media, B.V., 2000. – 374 p. (Ser.: Episteme, V. 23).
45. Гёте И.В. Фауст / Пер. Н.А. Холодковского // Собр. соч. в 13 томах. Т. 5. – М.: Гос. изд-во худ. лит-ры, 1947. – С. 45-555.
46. Свердлов Е.Д. Биологический редукционизм уходит? Что дальше? // Вестник РАН. 2006. Т. 76. № 8. – С. 707-721.
47. Моисеев В.И. Философия науки. Философские проблемы биологии и медицины: учеб. пос. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 592 с. URL: https://www.phantastike.com/philosophy/philosophy_biology/pdf/ (дата обращения: 21.12.2022).
5. Pogozhina N.N., Savchenko I.A. Holism and reductionism as basic concepts and methodological principles of socio-philosophical research: comparative analysis // Vopr. philosophy. 2019. No. 1. – P. 43-46. (In Russ.).
6. Borchev K.F., Temnyuk N.A., Muromtsev A.B. Holism and reductionism in life science: problems and prospects of modern biological science // Scientific Review. Fundamental and Applied Research. 2020. No. 1. (In Russ.). URL: <https://scientificreview.ru/ru/article/view?id=84> (date of access: 12/18/2022).
7. Buchachenko A.L. The Beauty and Fascination of Science. – Zurich: Springer Nature (Switzerland), 2020. – 186 p.
8. Kaku M. The God Equation: The Quest for a Theory of Everything. – M.: Alpina non-fiction (ANF), 2022. – 246 p. (In Russ.).
9. Ginzburg V.L. What problems of physics and astrophysics seem to be especially important and interesting now? // Successes of Physical. Sci. 1971. V. 103, No. 1. – P. 87-119. (In Russ.).
10. Ginzburg V.L. What problems of physics and astrophysics seem especially important and interesting now (thirty years later, and already on the threshold of the 21st century)? // Successes of Physical. Sci. 1999. V. 169, No. 4. – P. 419-441. (In Russ.).
11. Lem S. The twenty-eighth journey of Ijon Tichy // Angara (Irkutsk). 1969. No. 1. – P. 77-87. (In Russ.).
12. Fleishman B.S., Brusilovsky P.M., Rozenberg G.S. On the methods of mathematical modeling of complex systems // System Research. Methodological Problems. Yearbook 1982. – M.: Nauka, 1982. – P. 65-79. (In Russ.).
13. Allahverdov V.M. A Methodological Journey through the Ocean of the Unconscious to the Mysterious Island Of Consciousness. – M.: Speech, 2003. – 368 p. (In Russ.).
14. Rybakov V.A., Pokryshkin A.L. Is Psychology and the Natural Science Paradigm Compatible? – Tomsk: Hang-glider, 2005. – 28 p. (In Russ.).
15. Odum E. Fundamentals of Ecology. – M.: Mir, 1975. – 740 p. (In Russ.).
16. Zade L. Fundamentals of a new approach to the analysis of complex systems and de-

References

1. Rozenberg G.S. Models in Phytocenology. – M.: Nauka, 1984. – 256 p. (In Russ.).
2. Rozenberg G.S. Introduction to Theoretical Ecology / In 2 vol.; ed. 2nd, corrected. and add. – Togliatti: Kassandra, 2013. V. 1. – 565 p. V. 2. – 445 p. (In Russ.).
3. Rozenberg G.S. Holism + reductionism: two roads to the Temple // Vestn. RAN. 2014. V. 84, No. 8. – P. 43-46. (In Russ.).
4. Deutsch D. Structure of Reality. Science of Parallel Universes. – M.: Alpina non-fiction (ANF), 2015. – 430 p. (In Russ.). URL: <https://enc-medica.ru/wp-content/uploads/Д.Дойч-Структура-реальности.pdf> (date of access: 12/17/2022).

- cision-making processes // *Mathematics Today*. – М.: Knowledge, 1974. – P. 5-49. (In Russ.).
17. Samarsky A.A. What is a computational experiment? // *Science and Life*. 1979. No. 3. – P. 27-33. (In Russ.).
 18. Forrester J. Anti-intuitive behavior of complex systems // *Modern Problems of Cybernetics*. Issue. 7. М.: Knowledge, 1977. – P. 9-25. (In Russ.).
 19. Nalimov V.V. *Theory of Experiment*. – М.: Nauka, 1971. – 207 p. (In Russ.).
 20. Fleishman B.S. System methods in ecology // *Statistical Methods of Analysis of Soils, Vegetation and Their Connection*. – Ufa: IB BFAN USSR, 1978. – P. 7-28. (In Russ.).
 21. Fleishman B.S. *Fundamentals of Systemology*. – М.: Radio and communication, 1982. – 368 p.
 22. Alekseev V.V. *Physics and Ecology*. – М.: Knowledge, 1978. – 48 p. (In Russ.).
 23. Khanin M.A., Dorfman N.L. *Quantitative Aspects of the Growth of Organisms*. – М.: Nauka, 1975. – 154 p. (In Russ.).
 24. Gastev Yu.A. *Homomorphisms and Models (Logical-Algebraic Aspects of Modeling)*. – М.: Nauka, 1975. – 148 p. (In Russ.).
 25. Reimers N.F. *Nature Management: Dictionary-Reference Book*. – М.: Thought, 1990. – 637 p. (In Russ.).
 26. Odum Yu. *Ecology: in 2 vols*. – М.: Mir, 1986. V. 1. – 328 p.; V. 2. – 376 p. (In Russ.).
 27. Einstein A. *Principles of scientific research // Physics and Reality*. – М.: Nauka, 1965. – P. 8-60. (In Russ.).
 28. O'Connor D., McDermott I. *The art of Systems Thinking: Essential Knowledge about Systems and Creative Problem Solving*. – М.: Alpina Business Books, 2006. – 256 p. (In Russ.).
 29. Shapiro A.P. On the issue of cycles in return sequences // *Management and Information*. Issue. 3. – Vladivostok: FEB AN USSR, 1972. – P. 96-118. (In Russ.).
 30. May R.M. *Stability and Complexity in Model Ecosystems*. – Princeton (NJ): Princ. Univ. Press, 1973. – 292 p.
 31. Bigon M., Harper J., Townsend K. *Ecology. Individuals, Populations and Communities*. V. 2. – М.: Mir, 1989. – 477 p. (In Russ.).
 32. Feynman R. *The Nature of Physical Laws*. – М.: Nauka, 1987. – 160 p. (Ser.: Library "Quantum", issue 62). (In Russ.).
 33. Buchachenko A.L. Reductionism is a criterion of truth, but not the path to the Temple // *Bulletin of the RAS*. 2003. V. 73. No. 12. – P. 1100-1103. (In Russ.).
 34. Goldenfeld N., Kadanoff L.P. Simple lessons of complexity // *Samarskaya Luka: Problems of Regional and Global Ecology*. 2019. V. 28. No. 4. – P. 33-37. (In Russ.).
 35. Meyen S.V. The problem of reductionism in biology // *Dialectics of Development in Nature and Scientific Knowledge: (On the 100th Anniversary of F. Engels' Book "Anti-Dühring")*. – М.: Nauka, 1978. – P. 135-169. (In Russ.).
 36. Lyubishchev A.A. Reductionism and development of morphology and systematics // *Zhurn. Total Biol*. 1977. V. 38. No. 2. – P. 245-263. (In Russ.).
 37. Mikesheva L.A. Reductionism as a problem of philosophy of science and epistemology // *Epistemology & Philosophy of Science*. 2013. V. 37, No. 3. – P. 5-13. (In Russ.).
 38. Arshinov V.I. Reductionism // *New Philosophical Encyclopedia in 4 vol*. V. 3. – М.: Thought, 2001. – P. 430-431. (In Russ.).
 39. Budanov V.G., Arshinov V.I., Filatova O.E., Popov Yu.M. The third paradigm and the laws of development of societies // *Complexity. Intelligence. Postnonclassical*. 2020. No. 1. – P. 38-45. (In Russ.).
 40. Arshinov V.I., Budanov V.G. The phenomenon of complexity and quantum semiotics // *Questions of Philosophy*. 2021. No. 12. – P. 67-77. (In Russ.).
 41. Eskov V.M. *Third Paradigm*. – Samara: Etching, 2011. – 250 p. (In Russ.).
 42. Rozenberg G.S., Filatova O.E. Three paradigms of studying the world (view of ecologists) // *Principles of Ecology*. 2022. V. 12. No. 2 (44). – P. 4-14. (In Russ.).
 43. Nazarova T.S., Shapovalenko V.S. "Synergistic syndrome" in pedagogy // *Pedagogika*. 2001. No. 9. – P. 25-33. (In Russ.).
 44. Looijen R.C. Holism and Reductionism in Biology and Ecology. The Mutual Dependence of Higher and Lower-Level Re-

search Programs. – Dordrecht: Springer-Science + Business Media, B.V., 2000. – 374 p. (Ser.: Episteme, v. 23).

45. Goethe I.V. Faust / Trans. N.A. Kholodkovsky // Collected Works in 13 vol. V. 5. – M.: State. Publ. House Literature, 1947. – P. 45-555. (In Russ.).
46. Sverdlov E.D. Is biological reductionism going away? What is next? // Bulletin of the RAS. 2006. V. 76. No. 8. – P. 707-721. (In Russ.).
47. Moiseev V.I. Philosophy of Science. Philosophical Problems of Biology and Medicine: Textbook. Settlement – M.: GEOTAR-Media, 2015. – 592 p. (In Russ.).
URL:
https://www.phantastike.com/philosophy/philosophy_biology/pdf/ (accessed 12/21/2022).