

ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ ОСНОВНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ: ОРГАНИЗМ, ПОПУЛЯЦИЯ, СООБЩЕСТВО И БИОСФЕРА

Ч.М. Нигматуллин

*Атлантический научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии*

Выполнена попытка формулировки конечных целей основных биологических систем от организма, популяции и сообщества до биосферы и их взаимосвязи. Основная цель любого организма — достижение репродуктивного возраста и участие в воспроизводстве популяции. Конечная цель каждой популяции — воспроизводство. В качестве конечной цели биоценотических систем и в целом живой части биосферы сформулирован принцип В.И. Вернадского — Дж. Лавлока: улучшение условий для живых организмов, то есть негэнтропийное преобразование окружающей среды в сторону повышения общего качества условий для жизни. Общим для целевых установок этих основных биологических систем от организма до биосферы является принцип самосохранения.

Ключевые слова: целеполагание, телеология, телеономия, организм, популяция, сообщество, биосфера.

«Слово энтелехия — сокращение словосочетания: иметь цель в самом себе»

И.И. Шмальгаузен

Несмотря на длительную историю проблемы целеполагания и обширную литературу, посвященную ей, в последние десятилетия применение целевого подхода, или даже его терминологии (цель, целеполагание, целесообразность, причинность, телеология, телеономия) к изучению природных объектов у многих естествоиспытателей, и особенно у биологов, вызывает отторжение. В то же время такая важная характеристика, как промежуточный и конечный результат функционирования данной системы, широко и достаточно эффективно используется в естественнонаучной литературе. Однако эти два понятия — цель и результат — во многом близки, это две стороны «одной медали» (Анохин, 1978). При внутреннем нежелании многими исследователями использования целевого подхода логика реальной целесообразности живого настоятельно требует ее адекватного отражения. Отсюда и осознанная, а в большинстве случаев не осознанная, мимикрия нейтральной или новой терминологией при использовании целевого принципа (Маут, 1974, 1988, 1992; Фесенкова, 2001). Глубинные возможности целевого подхода далеко не исчерпаны. В данном сообщении сделана попытка формулировки конечных целей основных биологических систем от организма до биосферы и их взаимосвязи.

Проблема цели природных объектов имеет 25-вековую историю и восходит к Платону и Аристотелю. В частности, Аристотель выделил четыре причины возникновения и изменения вещей: материальную, формальную, действующую и конечную, или целевую. Последнюю, отвечающую на вопрос — для какой цели или ради чего, Аристотель и его последователи считали наиболее важной для понимания сути сущего и его изменений. Именно конечная причина по Аристотелю определяет результат всякого развития, и в первую очередь развития живых организмов (Gotthelf, 1976; Рожанский, 1979; Lennox, 1994). Однако в парадигме биологии последних ста лет принцип конечной причины был оттеснен на периферию и целеполагание сводилось, в основном, к действующей причинности (Фесенкова, 2001).

Термин телеология (teleologia, от греческого teleos — цель) был введен в 1728 г. Христианом Вольфом взамен термина «конечная причина» Аристотеля, и он вошел в широкий обиход в XIX веке (Lennox, 1994). В дополнение к нему относительно недавно было предложен термин «телеономия» (teleonomy) для обозначения естественной целенаправленности живых систем (Pittendrigh, 1958). Оно было введено для разграничения целеполагания развития и функционирования биологических систем (кроме человека) и сознательной целенаправленной деятельности человека. За последней было оставлено старое и до того слишком всеобъемлющее название — телеология (Мауг, 1974, 1988, 1997; Сутт, 1977). Возможно, что это был обходной маневр — использование целевого принципа без «красной тряпки» — термина «телеология» (Фесенкова, 2001). Однако зачастую в биологической литературе эти термины используются как синонимы.

Проблеме телеологии и телеономии посвящена весьма обширная литература. За последние 200 лет наблюдалось чередование периодов усиления и спада интереса, но сама проблема остается одной из центральных в теоретической биологии (обзоры: Шмальгаузен, 1969; Фролов, 1971, 1981; Ayala, 1970; Майр, 1970; Волкова и др., 1971; Мауг, 1974, 1988, 1992, 1997; Пушкин, 1975; Рьюз, 1977; Сутт, 1977; Falk, 1981; Любичев, 1982; Lennox, 1994; Depew, Weber, 1996; Williams, 1996a; Левченко, 2004). Достаточно сказать, что в конце XIX века в числе самых важных семи загадок природы был и вопрос о целесообразности в природе (Геккель, 1906). Однако спектр отношения к проблеме был и остается весьма широким: от полного отрицания наличия целей в природе до принятия относительно жесткой подчиненности функционирования и развития всего сущего определенным целям — финальным результатам. В последнее время в связи с наметившейся сменой методологической парадигмы естествознания эта проблема становится вновь актуальной (Фесенкова, 2001; Казютинский, 2002; Севальников, 2002 и др.).

В биологии целенаправленность рассматривалась, главным образом, в отношении физиологических функций и поведения живых организмов, запрограммированности процессов онтогенеза, проблемы адаптации и направленности эволюции отдельных таксонов и всего живого в целом. Этим вопросам посвящена практически вся литература по этому вопросу.

Наиболее работоспособные целевые теории были разработаны на организменном уровне физиологами в 1930–1950-е годы. Это теория функциональных систем П.К. Анохина (1978) и теория двигательной активности (модель потребного будущего) Н.А. Бернштейна (1966). Их использование на органном, особенно организменном и даже популяционном уровнях крайне плодотворно для понимания и объяснения самых различных биохимических, физиологических, эргономических и эколого-популяционных феноменов у беспозвоночных и позвоночных, включая

человека. Однако, как правило, попытки прямого переноса основных положений этих теорий на материал иного иерархического уровня (анализ закономерностей эволюции и т.п.) некорректны.

Издавна целевой подход широко используется при анализе биологами (в первую очередь палеонтологами) направленности эволюции крупных таксономических групп живых организмов. В этом направлении исследований имеется ряд методологических проблем. Ниже сделана попытка критического анализа одной из них, связанной с проблемой целеполагания.

Целеполагание в эволюции высших таксонов и проблема их целостности

Здесь сразу необходимо отметить, что если использование телеономического подхода при изучении физиологии и поведения, онтогенеза и проблемы адаптации вполне оправдано (хотя телеономичность адаптаций — вопрос дискуссионный: см. обзоры: Леппох, 1994; Мауг, 1997), то его применение в работах по направленности эволюции отдельных таксонов вызывает возражение. Публикации, посвященные направленной эволюции таксонов живых организмов от рода и выше вплоть до класса, типа и т.д., весьма многочисленны (обзоры: Rensch, 1959; Волкова и др., 1971; Сутт, 1977; Черных, 1986; Татаринцов, 1987; Северцов, 1990; Иорданский, 1994, 2001; Мауг, 1997; Попов, 2005). При этом таксоны выше вида зачастую принимаются целостными единицами (Черных, 1986; Марков, Неймарк, 1998).

Однако в этих рассуждениях есть одно слабое место. Вид, как правило, не является системой как таковой. Принятие его в качестве целостной системы справедливо лишь в случаях монопопуляционных видов или же представленных системой взаимодействующих популяций (суперпопуляцией или популяционной системой). Во многих же случаях виды представлены группами изолятов, и системами их считать нельзя. В еще большей мере это относится к макротаксонам (Старобогатов, 1987).

Таксон выше видового можно принять в качестве целостной единицы при анализе различных аспектов эволюции группы и ее взаимоотношений с другими группами живых организмов лишь в качестве искусственного, но оправданного приема в процессе познания этого сложного процесса. Но при этом необходимо отдавать себе отчет, что в каждый данный отрезок времени виды и даже популяции данного высшего таксона имеют свою судьбу, и их объединяет лишь прошлая история и та или иная часть общего исходного генофонда. Соответственно, последнее определяет то или иное сходство характера адаптациогенеза разных видов данного таксона и их перспективные возможности.

Однако успешный или малоутешительный результат эволюции данного высшего таксона на данный момент определяется не «коллективными» и, грубо говоря, «скоординированными» усилиями составляющих его видов (а именно такое впечатление складывается при чтении некоторых работ, посвященных эволюции таксонов). Это, в конечном счете, просто сумма успехов — не успехов отдельных составляющих таксон видов/популяций. Естественно, этот результат частично основан на их исторической общности (общей части генофонда), но не более того. И в случае ортогенетического развития можно говорить о направленности, канализированности ее эволюции (Мейен, 1975), но вряд ли о ее целенаправленности.

Следует подчеркнуть, что подавляющее большинство такого рода публикаций представлено палеонтологами. В этом отношении особенно демонстративны монографии В.В. Черных (1986) и А.В. Маркова и Е.Б. Неймарка (1998). По-видимому, определяющую роль в принятии концепции целостности высших таксонов, или, по выражению Я.И. Старобогатова (1987, с. 1115), таксоцентрической гипотезы макроэволюции, играют сами объекты исследования палеонтологов (вернее, их фрагменты) и отсутствие непосредственных контактов с материалом в сиюминутной динамике его жизни. Соответственно, они «вынуждены» оперировать в своих построениях таксонами разного уровня без «наполнения» их «жизненным содержимым» и принимать их в качестве целостных систем. В целом, палеонтология «ориентирована в большей мере на генезис, чем на наличное бытие, в большей мере на процессуальность, чем на оформленность...» и «она изучает не жизнь прошлого, а летопись этой жизни» (Жерихин, 2003) Этот стиль мышления, по-видимому, присущ большинству палеонтологов-филогенетиков. Справедливости ради нужно признать, что он характерен и для некоторых неонтологов, работающих с крупными таксонами. Несомненно, в обоих случаях это следствие глубинного влияния на психологию исследователей специфики объекта изучения.

Целеполагание основных биологических систем

В литературе отсутствуют попытки формулировки и описания проблемы целеполагания основных биологических систем в соответствии с реальными задачами (конечными целями) живых организмов и их совокупностей. Это и является основной задачей данной работы. По сути, основных биологических систем немного: это организм, популяция, сообщество и биосфера. Кроме организма, все остальные системы — объекты экологического исследования. Однако в экологии проблема телеономии практически не разработана. В связи с этим необходимо подчеркнуть, что собственно экологическими системами живых организмов являются только два иерархических типа систем: а) популяция и б) сообщество популяций — биоценоз, в крайнем его пределе — весь живой компонент биосферы как целое. Элементарной и далее неделимой единицей популяции является индивид в его онтогенезе (Шмальгаузен, 1938, 1969; Null, 1994; Хлебович, 2004).

Организм

Особь в онтогенезе развивается и живет как специфически реагирующее целое. После формулировки теории естественного отбора Ч. Дарвина — А. Уоллеса, начиная с последней четверти XIX века, стало очевидным и вошло в широкий обиход (не всегда явно осознанно) понимание, что основная цель любого организма — достижение репродуктивного возраста и участие в воспроизводстве популяции. Это и есть конечная цель любого онтогенеза. Она определяет характер онтогенетического развития (наличие набора «каналов» или креодов развития) в разных условиях с инвариантным конечным результатом — достижение репродуктивного состояния и участие в воспроизводстве популяции. В этом отношении онтогенез — элементарная функциональная система в смысле П.К. Анохина (1978). Нет смысла далее подробно останавливаться на этом уровне организации живого. Приведенная формулировка конечной цели особи в ее онтогенезе широко распространена и не вызывает особых возражений (обзоры: Шмальгаузен, 1938,

1969; Уолдингтон, 1964; Светлов, 1978; Gould, 1977; Рэфф, Кофман, 1986; Шишкин, 1987; Hull, 1994; Gilbert, 2003).

Популяция

Следующая иерархически более высокая функциональная система — популяция с конечной целью ее жизненного цикла — воспроизводством. С этой точки зрения такие важнейшие функции особей и популяции, как пищевая и защитная, лишь обеспечивают достижение главной цели. Вся совокупность остальных функций, как поведенческих, так и экологических, являются вспомогательными по отношению к этим основным функциям. Конечная цель каждой популяции — расширенное воспроизводство, то есть максимизация репродукции. Оно может осуществляться на расширенном использовании в первую очередь энергетических (= пищевых) и топических ресурсов среды. Однако в природе оно в той или иной степени ограничивается вследствие конкуренции за ресурсы между членами сообщества (Hutchinson, 1978; Гиляров, 1990). Это, наряду с лимитирующими абиотическими факторами и естественной смертностью, приводит уровень популяционного воспроизводства в соответствие с реальными возможностями данной популяции и ее реализованной экологической ниши. Поэтому активное участие членов популяции в жизни сообщества, в первую очередь, в трофических взаимоотношениях, с одной стороны, необходимо для выполнения конечной цели популяции. С другой стороны, оно определяет возможность и необходимость существования сообщества как такового, эволюцию составляющих его популяций и эволюцию самого сообщества и его среды (средообразующая роль организмов, составляющих сообщества), то есть экосистемы в целом. Иначе говоря, воспроизводительная функция популяций основывается на их трофической функции, которая, в конечном счете, служит основным системообразующим фактором организованности и функционирования экосистем и биосферы в целом. В этом отношении и сегодня актуально звучит прозорливое высказывание казанского профессора зоологии Э.А. Эверсмана (1839) «... в этом мире, где все существа соединены в одну цепь, чтобы каждое звено могло служить, и средством, и целью вместе».

Сообщества и биосфера

Вопрос о целеполагании сообществ и тем более биосферы, как правило, не обсуждается. И на самом деле, какова может быть цель совокупности элементов — популяций, объединенных в сообщество своими «эгоистическими» и по сути противоречащими друг другу целями? В лучшем случае говорится о коэволюции членов сообществ в сторону мутуализма и принятии мутуалистической парадигмы (May, 1982; Futuyma, Slatkin, 1983; Галл, 1984; Родин, 1991) или же оптимизационной парадигмы (Суховольский, 2004) в качестве господствующей парадигмы синэкологии. Однако, по-видимому, все это является лишь одним из механизмов на пути к главной цели системы более высокого иерархического порядка — биосферы.

В связи с этим следует подчеркнуть, что пока четко сформулировать вопрос о целеполагании сообществ разных иерархических уровней затруднительно. Можно лишь полагать, что в каждом конкретном случае в более скромных локальных пространственно-временных масштабах по сравнению с биосферным масштабом локальные сообщества «вносят свой посильный вклад» в общее «биосферное дело». У каждого из них есть свои локальные закономерности организации и функ-

ционирования, то есть своя жизнь, которая направлена на «решение» своих сио-минутных и среднесрочных (десятки лет) задач. Однако все они не замкнутые системы, а в целом достаточно широко взаимодействуют и обмениваются косным, биокосным и живым веществом. В конечном счете, это определяет их иерархически сложную организацию в единую и целостную глобальную биологическую систему — биосферу (Шипунов, 1980; Михайловский, 1992).

В качестве конечной цели биоценотических систем и в целом живой части биосферы сформулирован принцип В.И. Вернадского — Дж. Лавлока: улучшение условий для живых организмов, то есть негэнтропийное преобразование окружающей среды в сторону повышения общего качества условий для жизни (Нигматуллин, 2001). Именно в этом направлении и эволюционировала биосфера. Жизнь активно изменяет среду в оптимальном для себя самой направлении в возможных пределах существующих на Земле условий и соответственно меняется сама, формируя все более активные и совершенные группы организмов. Живые организмы не только приспосабливаются к наличной среде, но и меняют и регулируют ее физические и химические свойства. Поэтому эволюция организмов и эволюция среды идут параллельно. Они оптимизируют для себя условия среды, что сохраняет непрерывность биосферы во времени (Вернадский, 1926, 1994, 2001; Lovelock, 1979, 1995; 2000; Margulis, 1999).

В этом отношении весьма примечательно недавнее высказывание Станислава Лема (2005, с. 256): «В процессе эволюции может сохраниться только то, что (как организмы определенного вида) **выживает** («в борьбе за существование», которая не обязательно должна быть кровавой битвой), а я подумал, что если бы удалось вместо правила «выживает лучше приспособленное к окружающей среде» ввести правило «выживает то, что точнее **выражает** окружающую среду», мы оказались бы на пороге автоматизации познания (эпистемы) тех процессов, которые на протяжении четырех миллиардов лет привели к существованию целой биосферы во главе с человеком». Иными словами, живые организмы представляют *Naturam naturantem* Спинозы, то есть «природа созидаящая» в отличие от прежних представлений, где она представляла собой *Natura naturata* — «природа созданная» условиями среды. Эта мысль, в конечном счете, и была лейтмотивом творчества В.И. Вернадского (1926, 1994, 2001) и Дж. Лавлока (Lovelock, 1979, 1995; 2000).

Биосфера — саморегулирующая система, создающая новые и «регулирующая» достигнутые основные параметры среды, и в первую очередь, жизненно важные — состав воды, атмосферы, донных осадков и почвы. Они контролируются биосферой, и для биосферы (Margulis, 1999). Еще в 1920-е годы В.И. Вернадский (1923) писал: «Состав воды океана в главной своей части регулируется жизнью... Жизнь является основным агентом, создающим химию моря». То же он писал об атмосфере: «Атмосфера всецело создана жизнью, она биогенна» (Вернадский, 1942).

В последние годы на Западе довольно широкое распространение получила концепция «геофизиологии», «глобального метаболизма» или «гомеостаза окружающей среды» (обзоры: Lovelock, 1995, 2000; Wakeford, Walters, 1995; Bunyard, 1996; Williams, 1996b; Volk, 1998; Margulis, 1999; Levit, Krumbein, 2000), в рамках которой делаются попытки реконструкции механизмов глобального гомеостаза биосферы и его исторического развития. Для советской/российской биосферологии эта проблематика традиционна (Вернадский, 1926, 1994, 2001; Беклемишев, 1928: цит. по: 1970; Хильми, 1966; Камшилов, 1974; Новик, 1975; Шипунов, 1980;

Будыко, 1984; Заварзин, 1984; Соколов, Яншин, 1986; Лапо, 1987; Уголев, 1987; Яншин, 1989, 2000; Колчинский, 1990; Михайловский, 1992; Levit, Krumbein, 2000; Левченко, 2004 и мн. др.).

Заключение

Из вышеизложенного следует, что цель — атрибут самого феномена жизни: по выражению И.В. Гете (1806, цит. по: 1957), поддержанному А.И. Герценом (1855, цит. по: 1986), «**цель жизни — сама жизнь!**» Этот принцип универсален. Он реализуется в качестве основополагающего принципа на разных уровнях организации жизни — от организма, популяции и сообществ живых организмов вплоть до биосферы. Суть его, в конечном счете, для всех них выражается в стремлении к выживанию, а точнее — к **самосохранению**. И это стремление — инварианта для основных биологических систем от организма до биосферы. Здесь нужно подчеркнуть, что принцип самосохранения не нов, он был доминирующим в познании человека, человеческого общества и всей природы от античности и средневековья вплоть до XVII века (Гайденоко, 1999).

Наряду с констатацией общности целевых самосохранительных установок биологических систем разных иерархических уровней из вышесказанного вытекает идея соподчиненности и взаимосвязи этих целевых установок. Целевые установки организмов и популяций к воспроизводству ведут к необходимости энергетического и топического «обеспечения» их реализации, то есть использованию энергетических и других ресурсов среды. Это влечет за собой необходимость разного рода экологических взаимодействий на индивидуальном и популяционном уровнях. Из них, собственно, и складывается жизнь сообществ и биосферы в целом. Цель последней — поддержание (дление) жизни и постепенное изменение (оптимизация) условий их существования. Таким образом, круг взаимосвязи этих целевых установок замыкается. С этой точки зрения целевые установки являются системообразующими факторами биологических систем разного уровня и их изначальными свойствами.

Цели организма и популяции наглядно конечны. Они достигаются при участии данного организма в размножении и акте очередного воспроизводства популяции. В то же время они носят циклический характер и возобновляются в каждом новом онтогенезе и новом жизненном цикле популяции. Для надвидовых систем конечная цель выражается в поддержании жизни сообщества и биосферы в целом до возможных пределов. Эти временные пределы для конкретных сообществ определяются внутренними закономерностями самого филоценогенеза и влиянием на него внешних факторов. В то же время в результате исторической смены сообществ также наблюдается цикличность: цель самосохранения остается той же, но каждый раз для нового типа сообщества. Для биосферы это полное возможное время ее жизни. Однако и здесь происходят периодические изменения в регуляции средовых параметров биосферы в результате эволюции и смены живого покрова Земли. Следовательно, цели всех этих биосистем стабильны, а с эволюцией систем меняются во времени лишь конкретные механизмы их достижения.

При появлении живых организмов, противоборствующих основной биосферной тенденции жизни, они или «устраняются» или их негативное воздействие так или иначе нейтрализуется или минимизируется. Однако с появлением нового биосферного «лидера» *Homo sapiens* и, особенно с развитием его современной техногенной цивилизации западного типа, экспоненциальным ростом численно-

сти человечества (Капица, 1999) и охватом масштабной хозяйственной деятельностью человека практически всей сферы жизни появился вид, устойчиво и весьма «успешно» противостоящий этой главной «жизненной установке». Его жизнедеятельность носит деструктивный характер, в целом противостоит результатам кумулятивной деятельности всего живого покрова Земли и активно разрушает гомеостаз биосферы. В связи с этим остро стоит вопрос о будущем сосуществования биосферы и человека: «...неужели обезьяна когда-то оторвала руки свои от земли, только чтобы задушить ими природу?» (Сладков, 2000). С учетом наличных тенденций и руководящих принципов функционирования глобализирующейся экономики будущее взаимоотношений человека и биосферы не вызывает особого оптимизма (обзоры: Печчеи, 1985; Wakeford, Walters, 1995; Кеннеди, 1997; Тофлер, 1997; Моисеев, 1998, 2001; Volk, 1998; Margulis, 1999; Капица и др., 2001; Назаретян, 2001; Хайлов, 2001; Левченко, 2004; Саган, 2004). Несмотря на остроту проблемы (близко к грани — быть или не быть!) и имеющиеся широкомасштабные международные природоохранные программы (Данилов-Данильян, Лосев, 2000), по сути, ситуация принципиально не изменилась по сравнению с таковой середины XX века: это все тот же «...арьергардный бой в попытке свести потери при отступлении до минимума» (Леопольд, 1980).

В заключение следует подчеркнуть, что предлагаемый целевой подход к основным биологическим системам представляет, возможно, слишком «сильный» и крайний вариант целевого подхода в биологии. Оправданием его права на жизнь в идейном поле биологии может быть то, что для анализа привлечены реальные и наиболее важные биологические системы и их «финальные цели». Этот подход не связан с жестким детерминизмом, а предполагает вероятностный детерминизм: в зависимости от внешней ситуации и внутреннего «состояния» живой системы реализуются те или иные варианты достижения конечной цели. Весьма точно это выразил Даниил Андреев (1989):

«Единство цели, множество дорог
В живом многообразии мира».

Благодарности

Приношу сердечную благодарность за многолетнее обсуждение затронутых в статье проблем К.Н. Несису, Я.И. Старобогатову, Ф.Е. Алексееву, Р.Н. Буруковскому, А.И. Архипкину, В.А. Бизикову, С.Ф. Тимофееву и S.V. Boletzky, а также участникам VIII популяционного семинара (Нижегород, апрель 2005 г.) за заинтересованное обсуждение основных положений данного сообщения.

ЛИТЕРАТУРА

- Андреев Д.Л.* Русские боги: Стихотворения и поэмы. М.: Современник, 1989. 397 с.
- Анохин П.К.* Философские аспекты теории функциональной системы. М.: Наука, 1978. 400 с.
- Беклемишев В.Н.* Организм и сообщество // Биологические основы сравнительной паразитологии. М.: Наука, 1970. С. 26–42.
- Бернштейн Н.Н.* Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М.: Медицина, 1966. 349 с.
- Будыко М.И.* Эволюция биосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 488 с.

- Вернадский В.И.** Живое вещество в химии моря. Петроград, 1923. 36 с.
- Вернадский В.И.** Биосфера. Л.: Научн. хим.-техн. изд-во, 1926. 148 с.
- Вернадский В.И.** О геологических оболочках Земли как планеты // Известия АН СССР, сер. геогр. и геофиз. 1942. № 6. С. 251–262.
- Вернадский В.И.** Живое вещество и биосфера. М.: Наука, 1994. 670 с.
- Вернадский В.И.** Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 2001. 376 с.
- Волкова Э.В., Филюкова А.И., Водопьянов П.А.** Детерминация эволюционного процесса. Минск: Изд-во «Наука и техника», 1971. 164 с.
- Гайденок П.П.** Философские и религиозные истоки классической механики // Естествознание в гуманитарном контексте. М.: Наука, 1999. С. 82–95.
- Галл Я.М.** Популяционная экология и эволюционная теория, историко-методологические проблемы // Экология и эволюционная теория. Л.: Наука, 1984. С. 109–152.
- Гете И.В.** Избранные сочинения по естествознанию. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 553 с.
- Геккель Э.** Мировые загадки. Общедоступные очерки монистической философии. Лейпциг–СПб.: Изд-во «Мысль», 1906. 227 с.
- Герцен А.И.** Сочинения в двух томах. Т. 2. Философское наследие. Т. 96. М.: Мысль, 1986. 654 с.
- Гиляров А.М.** Популяционная биология. М.: Изд-во МГУ, 1990. 191 с.
- Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С.** Экологический вызов и устойчивость развития. М.: Прогресс-Традиция, 2000. 416 с.
- Жерихин В.В.** Избранные труды по палеоэкологии и филогенетике. М.: Т-во научных изданий КМК, 2003. 542 с.
- Заварзин Г.А.** Бактерии и состав атмосферы. М.: Наука, 1984. 193 с.
- Иорданский Н.Н.** Эволюция жизни. М.: Изд. центр «Академия», 2001. 432 с.
- Казютинский В.В.** Антропный принцип и современная телеология // Мамчур Е.А., Сачков Ю.В. (ред.). Причинность и телеономизм в современной естественнонаучной парадигме. М.: Наука, 2002. С. 58–73.
- Капицкая М.М.** Эволюция биосферы. М.: Наука, 1974. 256 с.
- Капица С.П.** Общая теория роста человечества. Сколько людей жило, живет и будет жить на Земле. М.: Наука, 1999. 190 с.
- Капица С.П., Кюрдюмов С.П., Малинецкий Г.Г.** Синергетика и прогнозы будущего. 2-е издание. М.: Эдиториал УРСС, 2001. 288 с.
- Кеннеди П.** Вступая в двадцать первый век. М.: Изд-во «Весь мир», 1997. 480 с.
- Колчинский Э.И.** Эволюция биосферы. Историко-критические очерки исследований в СССР. Л.: Наука, 1990. 236 с.
- Лапо А.В.** Следы былых биосфер. М.: Знание, 1987. 208 с.
- Левченко В.Ф.** Эволюция биосферы до и после появления человека. СПб.: Наука, 2004. 166 с.
- Лем С.** Молох. М.: АСТ: Транзитная книга, 2005. 781 с.
- Леопольд О.** Календарь песчаного графства. М.: Мир, 1980. 216 с.
- Любичев А.А.** Проблемы формы и систематики и эволюции организмов. М.: Наука, 1982. 276 с.
- Марков А.В., Неймарк Е.Б.** Количественные закономерности макроэволюции. Опыт применения системного подхода к анализу развития надвидовых таксонов. М.: Изд-во ГЕОС, 1998. 318 с. (Труды ПИН РАН, Т. 2).
- Майр Э.** Причина и следствие в биологии // На пути к теоретической биологии. М.: Мир, 1970. С. 47–58.

- Мейен С.В.** Проблема направленности эволюции // Итоги науки и техники. Зоология позвоночных. Т. 7. Проблемы теории эволюции. М.: ВИНТИ, 1975. С. 66–117.
- Новик И.В.** (отв. ред.). Методологические аспекты исследования биосферы. М.: Наука, 1975. 456 с.
- Михайловский Г.Е.** Жизнь и ее организация в пелагиали Мирового океана. М.: Наука, 1992. 270 с.
- Моисеев Н.Н.** Судьба цивилизации. Путь разума. М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. 228 с.
- Моисеев Н.Н.** Универсум, информация, общество. М.: Изд-во «Устойчивый мир», 2001. 201 с.
- Назаретян А.П.** Цивилизационные кризисы в контексте Универсальной истории: синергетика, психология и футурология. М.: ПЕР СЭ, 2001. 239 с.
- Нигматуллин Ч.М.** Телеономия экологических систем // VIII съезд Гидробиологического общества РАН (16–23 сентября 2001 г., Калининград). Тезисы докладов. Т. 1. Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 2001. С. 60–61.
- Печчи А.** Человеческие качества. М.: Прогресс, 1985. 312 с.
- Попов И.Ю.** Ортогенез против дарвинизма. Историко-научный анализ концепций направленной эволюции. СПб: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2005. 207 с.
- Пушкин В.Г.** Проблема целеполагания // Методологические аспекты исследования биосферы. М.: Наука, 1975. С. 411–422.
- Родин С.Н.** Идея коэволюции. Новосибирск: Наука, 1991. 270 с.
- Рожанский И.Д.** Развитие естествознания в эпоху античности. Ранняя греческая наука «о природе». М.: Наука, 1979. 485 с.
- Рьюз М.** Философия биологии. М.: Прогресс, 1977. 319 с.
- Рэфф Р., Кофман Т.** Эмбрионы, гены и эволюция. М.: Мир, 1986. 402 с.
- Саган К.** Космос: Эволюция Вселенной, жизни и цивилизации. СПб.: Амфора, 2004. 524 с.
- Светлов П.Г.** Физиология (механика) развития. Т. 1. Процессы морфогенеза на клеточном и организменном уровнях. Л.: Наука, 1978. 279 с.
- Северцов А.С.** Направленность эволюции. М.: Изд-во МГУ, 1990. 272 с.
- Севальников А.Ю.** Телеологический принцип и современная наука // Мамчур Е.А., Сачков Ю.В. (ред.). Причинность и телеономизм в современной естественнонаучной парадигме. М.: Наука, 2002. С. 73–86.
- Сладков Н.И.** Зарубки на память. Звезда. 2000. № 1. С. 173–183.
- Соколов Б.С., Янишин А.Л.** (ред.) В.И. Вернадский и современность. Сборник статей. М.: Наука, 1986. 230 с.
- Старобогатов Я.И.** Рецензия: В.В. Черных. Проблема целостности высших таксонов. Точка зрения палеонтолога // Зоол. журн. 1987. Т. 66, № 7. С. 1114–1116.
- Сутт Т.** Проблема направленности органической эволюции. Таллин: Изд-во «Валгус», 1977. 140 с.
- Суховольский В.Г.** Экономика живого: Оптимизационный подход к описанию процессов в экологических сообществах и системах. Новосибирск: Наука, 2004. 140 с.
- Татаринов Л.П.** Параллелизмы и направленность эволюции // Эволюция и биоценотические кризисы. М.: Наука, 1987. С. 124–144.
- Тофлер А.** Футурошок. СПб.: Лань, 1997. 464 с.
- Уголев А.М.** Естественные технологии биологических систем. Л.: Наука, 1987. 317 с.
- Уоддингтон К.** Морфогенез и генетика. М.: Мир, 1964. 259 с.
- Фесенкова Л.В.** Методологические возможности биологии в построении новой парадигмы // Методология биологии: новые идеи (синергетика, семиотика, коэволюция). Сборник статей. Баксанский О.Е. (ред.). М.: Эдиториал УРСС, 2001. С. 33–43.

- Фролов И.Т.** Проблема целесообразности в свете современной науки. М.: Знание, 1971. 45 с.
- Фролов И.Т.** Жизнь и познание: О диалектике в современной биологии. М.: Мысль, 1981. 268 с.
- Хайлов К.М.** Что такое жизнь на Земле? Одесса: Изд-во «Друк», 2001. 238 с.
- Хильми Г.Ф.** Основы физики биосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 300 с.
- Хлебович В.В.** Особь как квант жизни // Фундаментальные зоологические исследования. Теория и методы. М.-СПб.: Т-во научных изданий КМК, 2004. С. 144–152.
- Шипунов Ф.Я.** Организованность биосферы. М.: Наука, 1980. 291 с.
- Шишкин М.А.** Индивидуальное развитие и эволюционная теория // Эволюция и биоценотические кризисы. М.: Наука, 1987. С. 76–124.
- Шмальгаузен И.И.** Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. 144 с.
- Шмальгаузен И.И.** Проблемы дарвинизма. Л.: Наука, 1969. 493 с.
- Черных В.В.** Проблема целостности высших таксонов. Точка зрения палеонтолога. М.: Наука, 1986. 143 с.
- Эверсманн Э.А.** Речь о пользе наук естественных и в особенности зоологии // Обзорение преподаваний в Императорском Казанском Университете за 1839–1840 учебный год. Казань. 1839. С. 1–10.
- Янин А.Л.** (ред.). Научное и социальное значение деятельности В.И. Вернадского. Сборник научных трудов. Л.: Наука, 1989. 416 с.
- Янин А.Л.** (ред.). В.И. Вернадский: Pro et contra. Антология литературы о В.И. Вернадском за сто лет (1898–1998). СПб.: Изд-во РХГИ, 2000. 872 с.
- Ayala F.A.** Teleological explanations in evolutionary biology // *Philosophy of Science*. 1970. Vol. 37. P. 1–15.
- Bunyard P.** (ed.). *Gaia in Action. Science of the living earth*. Edinburgh: Floris Books, 1996. 351 p.
- Depew D.J., Weber B.H.** *Darwinism evolving. System dynamics and the genealogy of natural selection*. Cambridge (Mass.) and London: Bradford Book, The MIT Press, 1996. 588 p.
- Falk A.E.** Purpose, feedback and evolution // *Philosophy of science*. 1981. Vol. 48. P. 198–217.
- Futuyma D.J., Slatkin M.** (eds). *Coevolution*. Sunderland (Mass.): Sinauer Associates, 1983. 386 p.
- Gilbert S.F.** The morphogenesis of evolutionary developmental biology // *Int. J. Dev. Biol.* 2003. V. 47. P. 467–477.
- Gotthelf A.** Aristotle's conception of final causality // *Review of Metaphysics*. 1976. Vol. 30. P. 226–254.
- Gould S.J.** *Ontogeny and phylogeny*. Cambridge (Mass.): Harvard Univ. Press, 1977. 562 p.
- Hull D.L.** Individual // Keller E.F., Lloyd E.A. (eds). *Keywords in evolution biology*. Cambridge (Mass.)–London: Harvard Univ. Press, 1994. P. 180–187.
- Hutchinson G.E.** *An introduction to population ecology*. New Haven: Yale Univ. Press, 1978. 260 p.
- Lennox J.G.** Teleology // Keller E.F., Lloyd E.A. (eds). *Keywords in evolution biology*. Cambridge (Mass.) — London: Harvard Univ. Press, 1994. P. 324–333.
- Levit G.S., Krumbein W.E.** The biosphere-theory of V.I. Vernadsky and the Gaia-theory of James Lovelock: a comparative analysis of the two theories and traditions // *Журн. общ. биол.* 2000. Т. 61, № 2. С. 133–144.
- Lovelock J.** *Gaia: A new look at life on Earth*. Oxford: Oxford Univ. Press, 1979. 157 p.

- Lovelock J.** The ages of Gaia. A biography of our living Earth. Revised and expanded edition. New York — London: W.W. Norton & Co, 1995. 255 p.
- Lovelock J.** Homage to Gaia. The life of an independent scientist. New York: Oxford Univ. Press, 2000. 428 p.
- Margulis L.** The symbiotic planet. A new look at evolution. London: Phoenix, 1999. 183 p.
- May R.M.** Mutualistic interactions among species // *Nature*. 1982. Vol. 296 (No 5860). P. 803–804.
- Mayr E.** Teleological and teleonomic, a new analysis // *Boston Studies in Philosophy of Science*. 1974. No 14. P. 91–117.
- Mayr E.** Toward a new philosophy of biology: Observations of an evolutionist. Cambridge (Mass.): The Belknap Press of Harvard Univ. Press, 1988. 564 p.
- Mayr E.** The Idea of teleology // *Journal of the History of Ideas*. 1992. Vol. 53. P. 117–135.
- Mayr E.** This is Biology. The Science of Living World. Cambridge (Mass.) and London: The Belknap Press of Harvard Univ. Press, 1997. 327 p.
- Pittendrigh C.S.** Adaptation, natural selection and behavior // Roe A. and Simpson G.G. (eds). *Behavior and Evolution*. New Haven: Yale Univ. Press, 1958. P. 390–416.
- Rensch B.** Evolution above the species level. London: Methuen and Co Ltd., 1959. 419 p.
- Wakeford T. and Walters M.** (eds). *Science for the Earth. Can science make the World a better place?* Chichester: John Wiley and Sons Ltd., 1995. 370 p.
- Williams G.C.** Plan and purpose in nature. London: Phoenix, 1996a. 258 p.
- Williams G.R.** The molecular biology of Gaia. New York: Columbia Univ. Press, 1996b. 210 p.
- Volk T.** Gaia's body: Towards a physiology of Earth. New York: Copernicus, 1998. 269 p.