

ISSN 0367-0597

Номер 6

Ноябрь - Декабрь 2001



ЭКОЛОГИЯ

Главный редактор
В.Н. Большаков

<http://www.maik.ru>



“НАУКА”

МАИК “НАУКА/ИНТЕРПЕРИОДИКА”

УДК 551.510+570

ЧЕЛОВЕК В СВЕТЕ СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

© 2001 г. **Ф. В. Кряжковский***, **В. Н. Большаков***, **В. И. Корюкин****

* *Институт экологии растений и животных УрО РАН*
620144 Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202

** *Центральная научная библиотека УрО РАН*
620219 Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 20

Поступила в редакцию 22.05.2001 г.

Проблема взаимоотношений человека с природой рассматривается с позиций классической экологии, которая превращается в синтетическую системную науку, опирающуюся на комплекс других научных дисциплин. При этом экология человека на современном этапе демонстрирует различную степень развития разделов, имеющих дело с разными уровнями организации экологических систем. Отмечается необходимость преодоления механистического противопоставления человека живой природе, учета специфических экологических функций человека, связанных с групповой адаптацией человека (культурой), так же как и глобальной роли живого в поддержании условий на планете Земля.

Ключевые слова: экология человека, глобальная роль человека в биосфере, популяционная экология.

В последнее время бурно развивается новое синтетическое научное направление, которое называется экологией человека. При этом намечаются три подхода к экологии человека (так же, как и к экологии вообще): узкий (медико-физиологический), широкий (междисциплинарный) и традиционно-экологический (Большаков и др., 1996, 1997, Кряжковский, 1999; Розенберг, 1999). Первый подход концентрируется на проблемах влияния экологической обстановки на здоровье людей и их адаптациях к изменению этой обстановки (Казначеев, 1988). Второй, получивший широкое распространение за рубежом, рассматривает экологию человека как некий широкий конгломерат гуманитарных и естественнонаучных дисциплин.

Примером подобного расплывчатого понимания экологии человека может служить определение, сформулированное Международным центром экологии человека, объединяющим университеты Франции, Бельгии, Швейцарии, Италии и Дании: “Экологию человека можно рассматривать либо как начало новой дисциплины в науке, либо как отражение науки и ее ценностей, либо как метод изучения обществ в их окружающей среде. Точнее, экология человека – это методологический шаг вперед на основе различных дисциплин с учетом динамики биокультурных взаимодействий в экосистемах” (Хенс, 1996).

В настоящей работе¹ отстаивается третья точка зрения – экология человека рассматривается

как специальная экология, т.е. как экология вида *Homo sapiens* (Алексеев, 1993; Большаков и др., 1997; Кряжковский, 1999). Возникнув на базе классической экологии, экология человека должна прежде всего использовать арсенал средств и подходов, выработанных в рамках этой дисциплины, которая в настоящее время представляется наукой нового поколения.

СОВРЕМЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ – НАУКА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

До сравнительно недавнего времени (примерно середины 20-го столетия) “классические” науки естественного цикла (образцом которых была теоретическая физика) занимались главным образом линейными причинными рядами – с одной причиной и одним следствием. Например, теоретическая механика дает точное решение проблемы притяжения двух тел (Солнца и планеты) и благодаря этому открывает возможность для точного предсказания будущего расположения небесных тел и даже для предсказания до сих пор не открытых астрономами планет. Господство механистического мировоззрения привело к тому, что Вселенная представлялась некоторым подобием гигантского часового механизма, который можно разбирать и вновь собирать.

Механистический подход имел великих основателей – Г. Галилея, Ф. Бэкона, Р. Декарта и, наконец, И. Ньютона, который довел механистическую картину мира до совершенства. Природа стала казаться ясной, гармоничной и довольно просто устроенной, а наука, познавшая суть этой

¹ Работа выполнена при поддержке Российского гуманитарного научного фонда (грант № 00-06-00056а).

гармонии, – могучей силой, способной по-настоящему подчинить человеку Вселенную. Языком теоретической физики стал язык математики.

Тем не менее уже к началу XX в. в науке, и прежде всего в физике, появились признаки, указывающие на определенную ущербность механицизма. Научное сообщество вплотную столкнулось с задачами, которые не поддаются решению в рамках механистической идеологии. Например, с математической точки зрения проблема взаимодействия уже трех тел является неразрешимой аналитическим путем и может решаться только методом приближений. До сравнительно недавнего времени подобными проблемами практически не занимались – попытки отойти от механистического догмата “разделяй на части и изучай их по отдельности” получали в официальной науке ярлык “метафизики” (Берталанффи, 1969). Достаточно вспомнить, что открытие “странного аттрактора” в системе уравнений, описывающих три взаимодействующих объекта и имеющих квазистохастическую динамику (несмотря на детерминистский характер уравнений), произошло лишь во второй половине XX в. (Lorenz, 1963).

К середине XX в. назрела необходимость если не в полной замене господствующей идеологии, то, по крайней мере, в ее расширении за счет каких-то альтернативных взглядов. Согласно крылатому выражению, новое – это всегда хорошо забытое старое. Развитие науки не является исключением из этого правила (в чем отражается цикличность развития науки). Надо отметить, что мировоззренческое кредо “целое есть сумма его частей” на протяжении всей истории науки сосуществовало с лозунгом “целое больше суммы его частей”, приписываемым еще Платону.

Стержневой составляющей этой идеологии является так называемый принцип эмерджентности, т.е. возникновения новых свойств целого (или более сложного) по отношению к части (или более простому). На основе этих поначалу чисто философских, умозрительных построений возник методологический инструментарий общей теории систем, который стал важнейшей характеристикой современного научного знания, превратившись в междисциплинарный подход, сокрушающий барьеры между разными областями знаний.

Разделение естественнонаучного знания на отдельные отрасли, имеющие свои предметы и специфические методы, в некоторой степени условно, так как естественнонаучное знание едино. Это стало особенно ясно во второй половине прошедшего столетия с появлением синтетических, последовательно системных направлений (кибернетика, термодинамика необратимых процессов, синергетика), которые развиваются и перетекают друг в друга, формируя научные направления нового поколения, в центре внимания которых

находятся объекты, характеризующиеся организованной сложностью. Одно из таких направлений – это современная экология.

Хотя классическая экология зародилась в недрах традиционной зоологии, однако ее появление революционизировало не только эту науку, но и целый ряд других биологических дисциплин. Эрнст Геккель (Haeckel, 1866), который ввел термин “экология” в научный обиход, впервые поставил перед зоологами и ботаниками новую стратегическую задачу. До работы Э. Геккеля основной задачей современной ему биологии было создание классификации, основанной на выделении существенных признаков, позволяющих определить сходство объектов. Геккель же показал необходимость изучения взаимодействий объектов, их отношений. С тех пор классическая экология переросла узкие рамки традиционной биологии, так как предметом ее рассмотрения стали и неорганические (абиотические) компоненты среды.

Сейчас известно, что химия атмосферы и сильно забуференная физико-химическая среда на нашей планете сильно отличаются от таковых на наших ближайших “соседях” по Солнечной системе – Венере и Марсе. Кроме того, на Земле колебания химического состава и физических условий ничтожно малы по сравнению с тем, что происходит на других планетах. Там основные факторы, определяющие облик планеты, – это расстояние от Солнца и масса планеты (т.е. механические в смысле Ньютоновой механики факторы), а также химические процессы. Как показывают расчеты (Lovelock, 1979), если бы эти факторы были определяющими и для нашей планеты, то атмосфера Земли на 98% состояла из углекислого газа, содержание азота не превышало 2%, а кислорода было бы ничтожно мало. При этом средняя температура поверхности планеты составляла бы около +290°C. На самом же деле атмосфера Земли в основном азот-кислородная, а температура поверхности в среднем составляет около +15°C.

В чем же причина столь резкого “выпадения” нашей планеты из общего ряда? В отличие от любой из известных нам планет, для Земли характерно присутствие особой субстанции, которую В.И. Вернадский (1978) назвал живым веществом. Живое вещество – это вся совокупность живых организмов. Сейчас можно считать установленным, что живые организмы не только сами приспособляются друг к другу и к физическим (абиотическим) условиям, но своими совместными действиями активно меняют эти условия, приспособляют геохимическую среду к своим биологическим потребностям. Организмы постоянно изменяют физическую и химическую природу инертных веществ, отдавая в среду новые соединения и источники энергии. На глобальную роль живого вещества впервые указал В.И. Вернад-

ский (1978) в начале XX в. Таким образом, на Земле живые организмы и их геохимическая среда функционируют как единое целое, образуя гигантскую систему, которая обладает способностью к самоорганизации и саморегуляции (Lovelock, 1979; Горшков, 1988, 1995; Горшков, Кондратьев, 1990).

Очевидно, что для людей важно понять механизмы и закономерности функционирования этого сложнейшего комплекса, представляющего собой общий дом человечества. Это и составляет сверхзадачу нового синтетического научного направления, опирающегося на достижения целого комплекса естественных наук, в которое на наших глазах превращается наука, называемая экологией. Объекты экологии имеют явно выраженный системный характер: экология обречена быть отраслью знания, основной методологией которой является системный подход. Предметом внимания современной экологии как системной науки служат экологические системы, центральными элементами которых являются биологические объекты разного уровня организации. Взаимодействуя друг с другом и с абиотическими компонентами, они формируют целостные совокупности.

С точки зрения системных аналитиков, основные особенности экологических систем заключаются в следующем (“Экологические системы...”, 1981):

1. Экологические системы не статичны, а находятся в непрерывном изменении, которое значительно сказывается на их структурно-функциональной организации, продуктивности, биотическом разнообразии и устойчивости.

2. Экологические системы являются открытыми, они не могут существовать без обмена веществом-энергетическими потоками со средой. Важность этого была осознана только недавно в связи с развитием неравновесной термодинамики – одного из наиболее значительных разделов современной теоретической физики.

3. Экологические системы являются сложными, их внутренние структуры (“разбиения”) взаимно пересекаются, т.е. гиперструктуры экологических систем имеют множество измерений.

4. Сложность экологических систем связана с нелинейностью, вследствие которой аналитическое решение уравнений, моделирующих динамику экологических систем, затруднено. Для численного же моделирования необходимо иметь достаточно точные количественные данные об управляющих параметрах и переменных. Трудность здесь заключается не столько в невозможности собрать соответствующие данные (хотя и этот момент немаловажен с практической точки зрения), сколько в трудности (а иногда и в принципиальной невозможности) различения собственно управляющих параметров и переменных. Жесткая фиксация причин и следствий – это отражение механистиче-

ского мировоззрения. Последовательно системный взгляд предполагает существование множественных (нелинейных) причинно-следственных рядов. Кроме того, типичным свойством сложных систем, вытекающим из их нелинейности, является большая изменчивость показателей поведения, определяемая не случайными флуктуациями, а самой структурой системы.

5. Сложные динамические системы обладают частичной необратимостью развития (памятью): их поведение зависит от предшествующего развития (истории), так что для предсказания поведения системы недостаточно просто подробно описать ее состояние в данный момент времени (Николлис, Пригожин, 1978).

Основной методологической проблемой экологии как синтетической науки, основанной на комплексе естественных наук, предстает поиск путей анализа систем, обладающих перечисленными свойствами. От успешного решения этой проблемы в значительной мере зависят благосостояние современного человечества и его будущее. Теоретически современный экологический кризис (связанный с исчерпанием ресурсов и нарушением биосферной регуляции) может быть разрешен двумя путями: а) достижение гармонии с природой (один из аспектов так называемого “устойчивого развития”); б) создание искусственной саморегулируемой сверхсистемы, обладающей нужными людям качествами (взамен живой природы).

Обе эти идеи достаточно утопичны (вторая больше, чем первая), но движение по одному из этих путей (или их комбинации) неизбежно. Для этого необходимо изучать, как же работают природные системы (в первом случае – чтобы понять, как добиться гармонии, во втором – как сконструировать искусственную “социосферу”).

ЧЕЛОВЕК КАК КОМПОНЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Безусловно, человек – это биологический вид (*Homo sapiens*), занимающий вполне определенное место в зоологической классификации, а системы, центральным компонентом которых являются люди, должны обладать всеми перечисленными выше особенностями экологических систем. Поэтому попытки использования багажа, накопленного при изучении других экологических систем, активным компонентом которых выступают другие биологические виды, представляются логически вполне оправданными.

Если рассматривать экологию человека как экологию вида, то прежде всего стоит бросить взгляд на “вертикальную” структуру этой дисциплины и попытаться ответить на вопрос: насколько развиты ее разделы, соответствующие разным

структурным уровням экологических систем, включающих в себя человека? Можно выделить три основных уровня в соответствии с иерархией биологических систем, являющихся центральным звеном экологических систем.

Первый уровень, где таким звеном выступает целостный организм, изучается экологической физиологией, или факториальной экологией. Физиологический цикл (включая медицинские науки) применительно к человеку весьма развит (физиология человека изучена, пожалуй, лучше, чем какого-то другого биологического вида). На этой основе возникли довольно многочисленные исследования по влиянию среды на организм как целое – то, что можно назвать экологической физиологией человека. Этот раздел принимает во внимание большей частью биологические особенности человека. Физиология человека (за исключением некоторых разделов, касающихся высшей нервной деятельности) наиболее близка по своим подходам и методам к традиционной физиологии животных. Не случайно здесь очень часто опираются на результаты, полученные на животных. По сути животные (чаще всего млекопитающие, систематически близкие к человеку) применяются в качестве натуральных моделей человека, с которыми в отличие от него самого считается позволительным проводить рискованные эксперименты. Экологическая физиология человека в связи с развитостью общей физиологии человека и медицины представляет собой большой комплекс дисциплин – таких, например, как гигиена окружающей среды или экотоксикология.

Следующий уровень, где биологическими подсистемами выступают целостные группы особей одного вида – популяционные группировки, является предметом рассмотрения популяционной экологии, акцентирующей внимание на динамике этих групп под действием внутренних факторов и факторов среды. Последние включают в себя популяции других видов и абиотическое окружение.

Следует напомнить, что в системе организации живого вещества популяционный уровень занимает особое место. С одной стороны, популяция – это элементарная единица биоценотических взаимодействий, выступающая в качестве подсистемы таких экологических систем более высокого ранга, как сообщество или биогеоценоз (Шварц, 1971), с другой, видовые популяции – это хорологические единицы вида (Шварц, 1967), являющиеся элементарными единицами эволюционного процесса (Тимофеев-Ресовский и др., 1973). Элементами популяционных систем выступают взаимодействующие между собой особи, образующие различные внутривидовые структуры (парцеллярные группировки, демы, микропопуляции, колонии, стаи и т.д.). Поэтому внутрисистемные связи на популяционном уровне – это связи между особями и

их группами. Многие из них определяют саморегуляцию, влияя на демографические процессы (размножение, смертность, расселение). Так, у высших животных важнейшую роль в популяционных процессах играют пространственно-экологические структуры (Шилов, 1977).

Люди обладают высочайшей степенью социальности. Основные адаптации человека, определяющие его биологическую приспособленность, – культурные адаптации – проявляются только на уровне социумов, т.е. объединений людей. Это значит, что взаимодействия людей со средой преломляются через отношения между людьми и их группами самого разного ранга. Эти отношения изучаются такими науками гуманитарного цикла, как экономика, лингвистика, этнография, история, социология, политология и т.п. Эти науки обладают своими мощными школами и развитыми методологиями. Однако обратим внимание на то, что при изучении отношений в обществе натурные модели и аналогии с другими видами, в отличие от медицины и физиологии, практически не используются. Здесь полностью доминирует противопоставление человеческого общества всем остальным природным системам: качественные отличия человеческих групп от популяционных структур, скажем, высших животных считаются (явно или неявно) абсолютным несходством.

Конечно, говоря о популяционных законах, очень сложно проводить прямые параллели между человеческими социальными группировками разного ранга и популяционными группировками животных. Классическое понятие популяции, полученное в ходе исследования видов, вряд ли применимо к человеческому обществу без существенных поправок (Шварц, 1973). Прежде всего следует учитывать специфические экологические функции человека, которые обеспечивают ему высокую приспособленность. Эти функции поддерживаются с помощью культуры, которую можно определить как адаптацию на групповом (а не на индивидуальном) уровне. Для поддержания этой приспособленности человек использует вещества и источники энергии, недоступные большинству других биологических видов. Причем использование этих ресурсов происходит только на уровне общества (т.е. популяционном уровне в терминах классической экологии), а не на уровне индивидуумов.

Численность людей за последние столетия стремительно возрастала, демонстрируя даже не экспоненциальный, а гиперболический рост (Базыкин, 1985). Такой характер роста связан с существованием положительной обратной связи численности населения с относительным ее приростом, которая в рамках классических экологических представлений объясняется преобладанием внутривидовой кооперации над конкуренцией. Это

как раз и является отражением того, что специфические экологические функции вида *Homo sapiens* осуществляются на групповом уровне. В индустриальном обществе успешность использования ресурсов связана с наличием рабочей силы и возможностью создавать сложные функциональные группировки (разделение труда), которые в первом приближении определяются общей численностью населения.

В общем же можно констатировать, что тот раздел экологии человека, который аналогичен популяционной экологии, развит в значительно меньшей степени, чем экологическая физиология и медицина. В то же время общая экология уже оперирует некоторыми важными закономерностями, которые пока не “примеряются” к человеку. Попытки использовать некоторые аналогии, несомненно, стоит предпринять по крайней мере для того, чтобы понять, насколько полезен (или бесполезен) багаж, накопленный общей экологией, для лучшего понимания места человека на Земле и перспектив развития человечества.

Следующий уровень организации экологических систем – собственно экосистемный, в котором биологические подсистемы представлены сообществами популяционных группировок разных видов, взаимодействующими между собой и с абиотическими компонентами. Просматривая современную экологическую литературу, мы обнаружим массу работ, посвященных антропогенному влиянию на природные комплексы самого разного масштаба. Изучение влияния человека на среду своего обитания стало весьма популярным занятием для профессиональных и полупрофессиональных экологов. Большинство этих работ имеет явную практическую направленность – разработку подходов для “улучшения” среды и снижения негативных последствий хозяйственной деятельности (прежде всего для самих людей и, главным образом, их здоровья). Абсолютное доминирование такого рода работ объясняется тем, что при анализе антропогенной динамики экологических систем невозможно избежать в определенной степени антропоцентрического взгляда на возникающие проблемы; рассмотрению в первую очередь подлежат последствия деятельности человека для него самого.

Сугубо антропоцентрический подход, однако, имеет ограничения, которые будут тормозить успешное разрешение насущных задач, стоящих перед обществом. Основным недостатком существующих воззрений является то, что явно или неявно человеческое общество рассматривается отдельно от природных систем как развивающееся только по своим специфическим законам. Поэтому при постановке и решении экологических проблем практически не принимаются во внимание обратные связи природной среды и челове-

ского общества: изучение обратного влияния среды на человека пока ограничивается главным образом медико-гигиеническими аспектами. Между тем экологи должны знать, что человек как вид, являясь неотъемлемой частью (компонентом) биосферы, несомненно, должен испытывать регулирующее влияние этой сверхсистемы не только на физиологическом уровне, а и на иных, высших уровнях организации.

Характеризуя основные черты состояния экологии человека на трех основных уровнях организации – организменном, популяционном и экосистемном, можно констатировать, что в настоящее время наиболее развиты исследования, относящиеся к области экологической физиологии человека. На биоценотическом уровне изучаются главным образом последствия различных действий общества, выражающиеся в так называемых антропогенных изменениях среды, в свою очередь влияющих на состояние здоровья индивидуумов. Популяционный, групповой, уровень, несмотря на его особое значение, в целом практически не освоен с последовательно экологических позиций. Причины этого – уже упомянутое антропоцентрическое выделение человека из природы (которое относится к остаточным явлениям господства механицизма – идеологии уходящего в прошлое индустриального общества) и объективные трудности исследования систем “изнутри”, поскольку такие исследования требуют новых методологических подходов, отличных от тех, которыми оперирует классическое естествознание. Например, экспериментировать с такими системами в классическом понимании практически невозможно. Кроме того, основное требование к эксперименту (его воспроизводимость) чаще всего не может быть выполнено.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЧЕЛОВЕКА НА ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ЕГО ОЦЕНКА

Глобальная роль человечества была осознана только к середине XX в. (Vernadsky, 1945; Teilhard de Chardin, 1955), а внимание мировой общественности к проблемам существования человека в конечном мире было привлечено в 70-е годы. Важная роль в этом принадлежала глобальным компьютерным моделям (Медоуз и др., 1994). Они позволили ярко и наглядно проиллюстрировать то обстоятельство, что ресурсов планеты не хватит, чтобы экономическое и промышленное развитие человечества шло так же, как и прежде. Самая известная из них – это модель WORLD-III, целью построения которой было предсказание изменений состояния ресурсов планеты и среды при разных типах (“сценариях”) экономических, политических, природоохранных и социальных

решений, влияющих на развитие человеческого общества в глобальном масштабе.

В модели в основу описания воздействия человеческого общества на окружающую среду положена формула $I = PAT$, где I – уровень негативного воздействия, P – население, A – уровень потребления, T – технологическое развитие. В модели учтены многие прямые и обратные связи в мировом и региональном масштабах. Там нет только одного – живого вещества и его глобальной регуляторной функции. В то же время, являясь продуктом биологической эволюции, человек может существовать лишь в узких пределах среды, обеспечивающих функционированием всего биосферного комплекса. Поэтому будущее человечества связано не только (а может быть, и не столько) с наличием используемых им ресурсов, сколько с сохранением на Земле условий, пригодных для жизни. Пример модели WORLD-III является еще одним свидетельством доминирования чисто антропоцентрического подхода к экологическим проблемам.

В связи с этим чрезвычайно актуальным становится вопрос о разработке систем оценки стоимости биологических компонентов экологических систем (в том числе и хозяйственно-значимых – возобновляемых ресурсов) с точки зрения их биосферной функции. Такие оценки должны быть ориентированы не на расчет ущербов, наносимых одним видом хозяйственной деятельности другим (что фактически лежит в основе большинства существующих подходов), а должны исходить из *компенсационного принципа*. Иными словами, такие оценки должны отвечать на вопрос: какие затраты (хотя бы гипотетически) должно будет понести общество для того, чтобы восполнить потери в регуляторной функции биосферы, связанные с деградацией экосистем, обусловленной его деятельностью (Большаков и др., 1998).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев В.П.* Очерки экологии человека. М.: Наука, 1993. 191 с.
- Базыкин А.Д.* Математическая биофизика взаимодействующих популяций. М.: Наука, 1985. 181 с.
- Берталанффи Л., фон.* Общая теория систем – критический обзор // Исследования по общей теории систем. М.: Прогресс, 1969. С. 23–84.
- Большаков В.Н., Криницын С.В., Кряжковский Ф.В., Мартинес Рика Х.П.* Проблемы восприятия современным обществом основных понятий экологической науки // Экология. 1996. № 3. С. 165–170.
- Большаков В.Н., Корытин Н.С., Кряжковский Ф.В., Шишмарев В.М.* Новый подход к оценке стоимости биотических компонентов экосистем // Экология. 1998. № 5. С. 339–348.
- Большаков В.Н., Кряжковский Ф.В., Радченко Т.А.* Экологическая наука и экологическое мировоззрение // Экологические исследования на Урале. Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 1997. С. 5–9.
- Вернадский В.И.* Живое вещество. М.: Наука, 1978. 358 с.
- Горшков В.Г.* Пределы устойчивости окружающей среды // Докл. АН СССР. 1988. Т. 301. № 4. С. 1015–1019.
- Горшков В.Г.* Физические и биологические основы устойчивости жизни. М.: ВИНТИ, 1995. 470 с.
- Горшков В.Г., Кондратьев К.Я.* Принцип Ле-Шателье применительно к биосфере // Экология. 1990. № 1. С. 7–16.
- Казначеев В.П.* Очерки теории и практики экологии человека. М.: Наука, 1988. 238 с.
- Кряжковский Ф.В.* Экология человека и классическая экология // Экология фундаментальная и прикладная. Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 1999. С. 48–54.
- Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рандерс Й.* За пределами роста. М.: Издательская группа “Прогресс”, “Пангея”, 1994. 304 с.
- Николис Г., Пригожин И.* Познание сложного. М.: Мир, 1978. 351 с.
- Розенберг Г.С.* Анализ определений понятия “экология” // Экология. 1999. № 2. С. 89–98.
- Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В., Глотов Н.В.* Очерк учения о популяции. М.: Наука, 1973. 267 с.
- Хенс Л.* Экология человека в Западной Европе // Экология. 1996. № 3. С. 171–176.
- Шварц С.С.* Популяционная структура вида // Зоол. журн. 1967. Т. 46. Вып. 10. С. 1456–1469.
- Шварц С.С.* Популяционная структура биогеоценоза // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1971. Т. 28. № 4. С. 485–493.
- Шварц С.С.* Проблемы экологии человека // Вопросы философии. 1974. № 96. С. 102–110.
- Шилов И.А.* Эколого-физиологические основы популяционных отношений у животных. М.: Изд-во МГУ, 1977. 261 с.
- Экологические системы. Адаптивная оценка и управление. Под ред. К.С. Холинга. М.: Мир, 1981. 397 с.
- Haeckel E.* Generelle Morphologie der Organismen. Bd. 1. Berlin, 1866. 377 S.
- Lorenz E.N.* Deterministic non-periodic flow // J. Atmos. Sciences. 1963. V. 20. P. 130–137.
- Lovelock J.E.* Gaia: A new look at the life on Earth. N.Y.: Oxford Univ. Press, 1979. 157 p.
- Teilhard de Chardin P.* Le phenomene humain. Paris: Editions de Seuls, 1955. 297 p.
- Vernadsky W.I.* The biosphere and the noosphere // Am. Sci. 1945. V. 33. № 1. P. 1–12.