

УДК 502+504

А.В. Винобер

Фонд поддержки развития биосферного хозяйства и аграрного сектора  
«Сибирский земельный конгресс», Иркутск, Россия

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ В БИОСФЕРНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В данной работе главное внимание уделено методологическим и философским основаниям, на которых должно быть построено моделирование процессов, имеющих место в биосферном хозяйстве (т.е. в мировом и региональном природопользовании). Предложено для использования в моделировании биосферно-хозяйственных процессов три принципа: 1) удобная геометрия моделирования, 2) методологический принцип: адекватное отображение качественного и смыслового содержания моделируемого процесса или системы, 3) принцип доминирующей структуры или доминирующего способа описания процесса (объекта).

Ключевые слова: методология, моделирование процессов, биосферное хозяйство, биосферное природопользование, социотехноприродная система

Матричное исчисление не устареет, ибо эмпирические системы утрачивают свою актуальность, математические – никогда. Их бессмертие – в их «пустоте».

Ст. Лем

Человеческая мысль не знает границ. На свой страх и риск она исследует и изучает даже собственное заблуждение.

В. Гюго

Вы, карлики бытия, с похотливыми тельцами! И вы называете это наукой и потеете над ней...

Ф. Ницше

Моделирование процессов биосферного природопользования и хозяйственного управления природными, техническими и социальными системами получило бурное развитие в 60-80-е годы прошлого века, как в мировой, так и в отечественной науке [14, 11, 4, 42, 26, 10 и др.].

В последних своих публикациях, посвященных кибернетическим основам биосферного хозяйства и применению методов системного анализа в изучении и моделировании процессов в биосферном хозяйстве [8, 9], мы уже

приводили свои соображения о крайней важности развития этого научно-прикладного направления, ориентированного на изучение различных аспектов развития теории ноосферы и коэволюции общества и природы.

В данной работе главное внимание будет уделено методологическим и философским основаниям, на которых должно быть построено моделирование процессов, имеющих место в биосферном хозяйстве (т.е. в мировом и региональном природопользовании). Разумеется, что в этом направлении уже накоплен колоссальный опыт в мировой и отечественной науке, который в настоящее время не достаточно эффективно используется. Поэтому, наш взгляд, выражаемый далее в тексте – это всего лишь выражение субъективного опыта, который появился в результате многолетних авторских наблюдений, исследований и размышлений на тему оптимального моделирования и управления биосферным природопользованием (с 1980 по 2020 гг.).

Естественно, что автор не лишен субъективных иллюзий и заблуждений, но в очень скромной степени все же надеется, что его субъективный опыт, как и своеобразная мировоззренческая точка зрения на проблему, могут оказаться полезными для размышлений других исследователей и практиков природопользования и социальной экологии.

Во многих предыдущих публикациях мы неоднократно использовали термин и понятие «социотехноприродные системы», которое сложилось в 80-е годы прошлого века в отечественной науке и понималось как аналог социоприродных и техноприродных систем [50, 22, 38, 25, 12 и др.].

Так как моделирование процессов в биосферном хозяйстве мы рассматриваем как моделирование социотехноприродных систем разного уровня в рамках парадигмы системного анализа, то уместно повторить наше понимание социотехноприродных систем (СТПС).

Под социотехноприродной системой мы подразумеваем сверхсложный объект подсистемами (или самостоятельными системами) которого являются:

- 1) социум (население, проживающее на конкретной территории),
- 2) техносфера конкретной территории (района, региона, всего земного шара),
- 3) биосфера или естественная природа определенной территории.

Самой высокой иерархией является СТПС планетарного уровня, которой в определенном соотношении подчинены системы более низких уровней.

В трех основных подсистемах СТПС имеется существенно различная динамика эволюционных процессов. Социоэволюция, как правило, опережает эволюцию биосферы, а техноэволюция, как правило, опережает эволюцию социосферы. Естественно, что могут быть исключения. Можно сказать, что эти процессы временной динамики подсистем СТПС исследованы крайне недостаточно. И одно из важнейших направлений в данном контексте – это моделирование синхронизации взаимодействия подсистем СТПС.

Еще в 1963 году польский фантаст и футуролог Ст. Лем, в своем уникальном произведении «Сумма технологии» прогнозировал: «Завершение глобализации ставит индустриальную цивилизацию перед системным кризисом, который может восприниматься как демографическая, экологическая, политическая, социальная или другая катастрофа» [19].

Мы считаем, что процесс завершения глобализации – ближайшие три десятилетия (2020-2050 гг.). Это означает, что глобальная СТПС вышла на уровень предельно быстрых изменений, т.е. вполне вероятно, что глобальная система находится в точке бифуркации и ближайшие кардинальные изменения в состоянии системы труднопредсказуемы и весьма ощутимы для всех подсистем планетарного и более низкого уровня [40, 27].

Философский фундамент методологического подхода к моделированию процессов в сложных системах уже ясно прослеживается в начале XX века.

В первую очередь, такими фундаментальными работами, послужившими для развития оснований моделирования систем, являются следующие:

«Обоснование интуитивного» Н. Лосского [20], где излагается основной принцип интуитивизма «Всё имманентно всему». Принцип, который в дальнейшем будет иметь решающее развитие в кибернетике и методологии системного анализа, как один из основных принципов моделирования. Принцип получит наиболее полное воплощение в работе американского философа М.Вартофского «Модели: репрезентации и научное понимание» (1979): «Всё, что угодно (в самом сильном и безусловном смысле этого словосочетания) может быть репрезентацией всего остального» [6].

В 1913 г. другой русский философ и естествоиспытатель А. Богданов издал первую часть работы «Всеобщая организационная наука, или тектология» [3]. Эту работу многие специалисты по системному анализу называют первой серьезной попыткой системно-кибернетического анализа функционирования социальных структур и управления ими.

В том же 1912 г., известный русский философ С.Булгаков издает «Философию хозяйства» [5], где обосновывает главную мысль: «Хозяйство есть знание в действии, а знание есть хозяйство в идее».

Важное значение для развития кибернетики и системного анализа имела работа выдающегося английского философа А. Уайтхеда «Процесс и реальность (философия процесса)» 1929 [44].

К обоснованию нашей концепции и методологии моделирования процессов в биосферном хозяйстве прямое отношение имеют работы: М.Полани, П. Фейерабенда, Н. Винера, Н. Шеннона, И.Блауберга, В.М.

Глушкова, Н. Н. Моиссева, Г.П. Щедровицкого и мн. др. философов и исследователей.

Излагая свои концептуальные идеи методологических оснований моделирования процессов в биосферном хозяйстве, помимо интуиционистской точки зрения (с позиций философии, методологии и математики) мы опираемся на следующие принципиальные постулаты:

1) методология рассматривает общие основания достоверности научных положений и их систем,

2) любая система научной теории строится на философских предпосылках,

3) подлинный научный прогресс состоит в качественных изменениях теоретических систем [35],

4) моделирование – есть игра с изменяющимися правилами [19],

5) в мире действует спонтанность, и возможно, что она является основным фундаментом мироздания,

6) самоорганизация – творческий процесс. Он может быть описан единой моделью на всех уровнях существования вселенной [31, 32, 33],

7) в любой момент мы – пленники концептуального каркаса наших теорий, наших ожиданий, нашего предшествующего опыта и нашего языка,

8) философы науки неоднократно показывали, что на одном и том же наборе данных всегда можно возвести более чем один теоретический конструкт [17],

9) причиной изобретательности любого научного описания является бесконечное богатство и многообразие возможных фактуальных аспектов нашего мира,

10) ни одна теория не является окончательной и всякая теория помогает нам отбирать и упорядочивать факты. Любая теория или гипотеза есть всегда рабочая гипотеза [39],

11) мир, с которым имеет дело математик, есть мир умирающий и возрождающийся каждое мгновение [2],

12) ясно, что любой факт может быть обобщен бесконечным множеством способов, из которых надо выбирать, а при выборе можно руководствоваться только соображениями простоты [41].

На этом двенадцатом постулате мы пока остановимся, потому как магическое число двенадцать представляет собой невероятно богатую формальную систему, учитывая, что каждый из выше озвученных постулатов имеет предельно богатое семантическое, и собственно, методологическое содержание, позволяющее разворачивать его до уровня полноценной философской или методологической системы.

Сделаем небольшое отступление с целью прояснения авторской мировоззренческой позиции по отношению к основному объекту исследования – биосфере и субъекту исследования – обществу. Ибо общество, как впрочем и сама биосфера, не могут быть просто объектами, поскольку являются живыми, и соответственно, целеустремленными системами, имеющими свои цели и свою технологию достижения этих целей [1].

Мы рассматриваем наши объект-субъекты (биосферу и общество) с точки зрения глобальной экологии, которая изучает взаимодействие человечества и биосферы в целом, т.е. ориентирована на изучение экологической системы, охватывающей всю землю и её космические контакты [15, 4, 27].

Исходя из концепции коэволюции общества и природы, основанной на экологическом императиве [27], мы также полностью разделяем точку зрения А. Фомичева, что «организованность ноосферы – не призрачное понятие необозримо далекого будущего. Её структурные элементы закладываются на нынешнем этапе развития цивилизации... Мир формируется как глобальный природно-хозяйственный или ноосферный комплекс. В нём на смену исторически сложившимся природным процессам приходят природно-технологические циклы вещества и потоки энергии, требующие контроля и управления [47].

И, безусловно, что переход биосферы к ноосфере требует создания, причем в достаточно короткие сроки, новых взаимоотношений с природой, и людей между собой [48].

Учитывая три выше озвученных постулата мировоззренческого содержания, добавим к ним еще один: хотя природа не пользуется вычислениями, естественные объекты очень часто устроены оптимально или движутся по оптимальным траекториям (не отрицая присутствия спонтанности и возможного её проявления в любой момент бытия). Отсюда, целью единой системы «общество-природа» может быть цель оптимизации природопользования, т.е. создание оптимальных условий для равновесия общества и окружающей среды. Целесообразная деятельность в природопользовании – это оптимально возможная мера действия социального субъекта по формированию, постановке, выбору и реализации целей управления экологическими системами [24].

После долгих, но столь необходимых «околичностей» и предворяющих постулатов нашего исследования, мы надеемся на краткое, простое и понятное изложение своих идей и методологических принципов, на которых может основываться эффективное моделирование процессов в биосферном хозяйстве.

Понятно, что единственный наш метод (методологического обоснования и представления) это метод мысленного эксперимента, т.е. метод конструирования идеализированных объектов и манипулирование ими в искусственно условно задаваемых ситуациях. Этот метод тесно связан с методом математической гипотезы, и в целом близок к математическому моделированию.

### **Первый принцип: удобная геометрия моделирования.**

Всегда, на начальном, концептуальном этапе моделирования, мы решаем вопрос о перспективе формального отображения объекта или процесса. Анри Пуанкаре считал, что мы последовательно должны идти от сложности к простоте, затем снова восходя на новом этапе к сложности и в

итоге останавливаясь на простоте [41]. Н.Н. Мосеев, в последние годы, был более склонен утверждать, что на современном этапе мы должны избегать редукции и предельной формализации [26, 27, 28, 29].

Но в подавляющем большинстве случаев моделирования социально-природных или социотехноприродных процессов всё же доминирует редукция и избыточная (перегруженная формулами и числами) формализация.

Эта проблема уже ясно осознавалась на рубеже XIX и XX веков. Часто цитируемый нами гениальный французский математик А.Пуанкаре, обращал внимание на то, что «числа и символы могут образовывать бесконечное множество сочетаний. Как нам выбрать из этого множества те сочетания, которые заслуживали бы нашего внимания? Подчинимся ли мы исключительно руководству нашей прихоти?». И далее утверждал, что «никакая геометрия не может быть более истинна, чем другая; та или иная геометрия может быть только удобной» [41].

Поясним это на следующем примере. В системном анализе при моделировании объектов и процессов большой сложности часто применяют инструментарий теории графов. Если мы представим некий абстрактный процесс в виде простого орграфа (рис. 1),



Рис.1 – Простой орграф

то это может означать, например, что перед нами алгоритм целеустремленной системы, или, точнее, алгоритм процесса целеустремленной системы, где вершины (1, 2, 3, 4, 5, 6) означают промежуточные последовательные цели или задачи, служащие основанием к дальнейшему продолжению целеустремленного процесса на последующем этапе.



Дуги орграфа ( $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ ) обозначают путь и содержание процесса между двумя последовательными вершинами целеустремления.

Но всё это может означать, что данный орграф отображает процесс качественно однородный на каждом этапе (что в сложных реальных системах бывает крайне редко). Тогда мы можем изменить обозначения дуг и получим новый вариант того же орграфа (рис. 2)



Рис. 2 – Орграф, отражающий качественные изменения

Что может означать изменение содержательно-вещественной природы процесса на каждом отрезке (этапе) эволюции объекта или процесса.

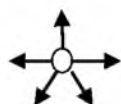
Проделав некоторые последующие манипуляции символами, мы можем получить еще более сложный алгоритм целеустремленной системы, например, отражающий изменения полевой полисемантической структуры на каждом этапе эволюции системы или процесса.

Надо сказать, что подобного рода графические схемы А.Богданов использовал в своей «Тектологии» для наглядного изображения основных организационных схем, сопоставляя низшую и высшую организованность [3].

Мы можем слегка трансформировать наш простейший граф (рис.1), и получим новые вариации, несущие совершенно различные организационные или эволюционные смыслы и качественно различные содержательные процессы, отображающие различные алгоритмы целеустремления (рис. 3 а, б, в, г, д, е, ж)



*A*



*B*

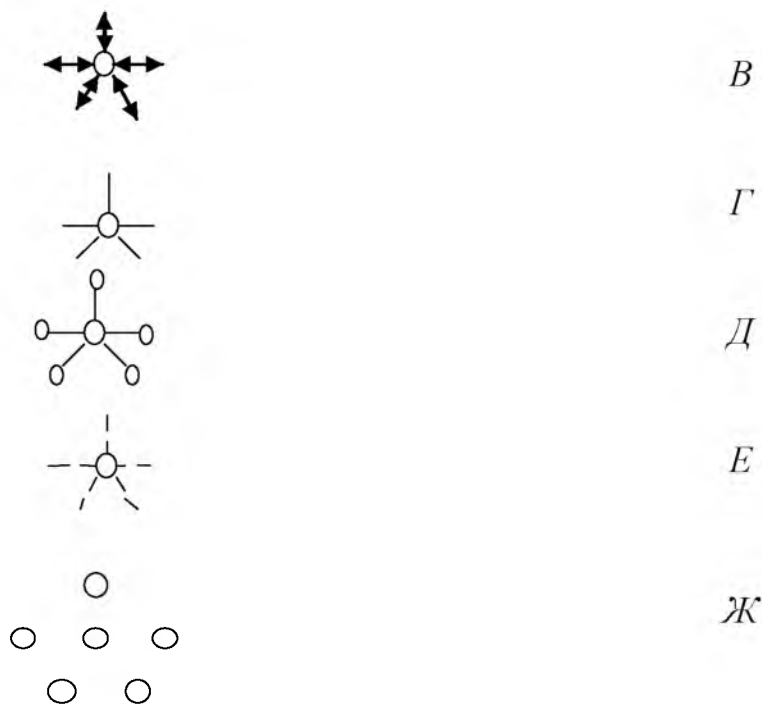


Рис.3 – Графические алгоритмы целеустремления

В четырех последних случаях (рис. 3 д, е, ж, з) оргграф теряет ориентацию, но не теряет качественный структурный смысл, а следовательно, сохраняет свое особенное содержание.

Для понимания этой мысли мы можем обратиться к одному из самых распространенных и многозначных символов в мировой науке, культуре и истории. Это обыкновенный круг, имеющий следующие символично-семантические качественно различные содержания: круг, окружность, шар, непустое множество, атом, монада, черная дыра, глобус, Земля, Луна, город, населенный пункт, галактика, колодец, бублик, дырка от бублика и т.д.

На фоне этого многозначного символа, нам становится ясной и понятной предельная редукция и предельная идеализация (абстрагирование от реальности), что собственно и есть математическая логика и формализм. Отсюда проистекает **второй методологический принцип: адекватное отображение качественного и смыслового содержания моделируемого процесса или системы.**

Здесь мы отталкиваемся от всем известного афоризма Т.Гексли: «Математику можно сравнить с мельницей искуснейшей конструкции,

которая перемелет ваш материал сколь угодно тонко; но будьте уверены – то, что вы получите целиком зависит от того, что вы заложили». Если позиционировать этот принцип с точки зрения современного постмодернизма, который разворачивают практики проблематизации, ставя под вопрос речь, письмо, язык, текст, дискурс и метафору, и предельно трансформируя истину [13], то мы приходим к мысли крайней относительности и сомнительной достоверности любой формальной абстрактной модели. Как отмечает Б.В. Марков, «ужас в том, что посредством переописания мира, т.е. изменения языковой игры, истина превращается в заблуждение, а то, что считалось плохим, может оказаться хорошим и наоборот. При этом процесс смены лингвистических практик все ускоряется» [21].

Об этом, еще ранее, много писал В.В. Налимов [31, 32, 33]. Еще более самобытно эту ситуацию формулировал Г.Марсель: «Полагаю, что причинность является абстракцией... сама причинно-следственная связь есть лишь совершенно искусственная рационализация глобального становления» [23].

В конечном итоге, все выше обозначенные бифуркации операций со смыслом и содержанием исследуемого объекта или процесса – всего лишь частные ответвления старой идеи «эволюция есть непрерывно возобновляющееся творчество» [2].

Точнее, мы возвращаемся в ситуацию столетней давности, когда классическая математика, питаемая верой в «абсолютное», превосходящее все возможности человеческого понимания, выходит за рамки таких утверждений, которые могут претендовать на реальный смысл и истину, основанную на опыте [7, 34]. И здесь в процессе математического моделирования почти всегда господствует традиция «формальный логик охотно игнорирует также и то, что подавляющее большинство понятий нечетки (причем нечетки по самой своей сути, и эту нечеткость отнюдь не следует считать их недостатком), их объем расплывчат [7].

Как утверждал А.Богданов, всякая задача может и должна рассматриваться как организационная – таков их именно всеобщий постоянный смысл [3].

Решение задачи, по существу, заключается в применении последовательности целенаправленных геометрических операций, начинающихся с данных и заканчивающихся искомой фигурой [36, 37].

В качестве примера: «Описывая события как точечные множества  $A$ , лежащие в пространстве  $Q$  и вероятности как меру  $P(A)$  на этих множествах, можно получить много простых формальных свойств» [45].

Поэтому, при моделировании процессов в биосферном хозяйстве весьма актуальным является использование схемы Маркова, которая является хорошей вероятностной моделью многих реальных эволюционных экспериментов [46].

Необходимо учитывать, что вероятность непостоянна и может меняться в зависимости от предыдущего состояния, и цепь событий может быть крайне короткой, не отражающей сложную «предысторию» системы.

В данном случае необходимо определение оптимального сочетания «консервативности» и «изменчивости», всегда присутствующих в любом процессе и в любой системе, определяя скорость её эволюции. Но этот сложный момент имеет разные пути преодоления. Например (в частности) в большинстве физических ситуаций время не играет никакой роли и видимая зависимость от времени в действительности является отражением того факта, что не выбрано достаточно переменных, чтобы добиться полного описания [45], что может быть актуально в отношении схем и процессов Маркова.

**Третий методологический принцип**, предлагаемый нами для использования в моделировании биосферно-хозяйственных процессов – **принцип доминирующей структуры или доминирующего способа описания процесса (объекта)**. В моделировании сложных систем он давно известен [30, 18], но в исследуемой нами области (биосферное природопользование – биосферное хозяйствование) не получил достаточного

применения и развития. Для чего необходимо осуществить унификацию и стандартизацию описаний технологических процессов и систем с использованием операторной, символьной и другими формами отображения на современном развитом теоретико-технологическом языке, что позволит создать богатые возможности для разностороннего моделирования процессов и систем [49].

Например, понятие примитивный граф по существу несет в себе идеи каркасного упрочителя исследуемой сложной физической или физико-технической системы. Понятие граф – топологический портрет – идею композиционного характера общей внутренней структуры исследуемого объекта [16].

Любой объект (процесс, система) может быть исследуем при помощи различных формальных методов. Решающее значение имеет удобство и субъективные предпочтения формализатора, создающего математическую модель, а также субъективные предпочтения, отраженные в концептуальной модели.

Чрезвычайно развитый аппарат теории множеств, популярный на протяжении последних десятилетий, представляет безграничные возможности для исследования процессов в сложных гетерогенных системах, каковыми являются процессы в социотехноприродных системах.

Если обратить внимание только на одну теорему Цермело: всякое множество путем введения некоторого соотношения порядка можно сделать вполне упорядоченным [43], то сразу становится очевидным колоссальные перспективы моделирования биосферно-хозяйственных процессов, отталкиваясь от названной математической конструкции. Опираясь на аксиому выбора, утверждающую, что если дана любая система непустых попарно не пересекающихся множеств, то существует новое множество, имеющее с каждым из множеств системы по одному и только по одному общему элементу или (из леммы Цорна) непустое упорядоченное множество

называется вполне упорядоченным, если любое его непустое подмножество имеет минимальный элемент [43].

Это же есть отражение ситуаций, широко распространенных в реальных социотехноприродных системах.

Весь вопрос – в разумном и систематическом применении математического моделирования на всех уровнях биосферного хозяйствования.

Для чего необходима структурная доминанта экологического сознания в повседневном мышлении лиц, принимающих решения. Вопрос в том, что есть утопия, а что – разумный технологический конструктивизм.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Акофф Р., Эмери Ф. О целеустремленных системах / Пер. с англ. Под ред. И. А. Ушакова. — М.: Советское Радио, 1974. — 272 с.
2. Бергсон А. Творческая эволюция: пер. с фр. – М.: КАНОН-пресс, 1998. – 384 с.
3. Богданов А.А. Всеобщая организационная наука (Тектология). В 2-х частях. Ч. 1. - СПб.: Изд. М.И. Семенова, 1913. - 255 с.
4. Будыко М.И. Глобальная экология. – М.: Мысль, 1977. – 327 с.
5. Булгаков С.Н. Философия хозяйства. – М.: Наука, 1990. – 412 с.
6. Вартофский М. Модели. Репрезентация и научное понимание. Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1988. – 507 с.
7. Вейль Г. Математическое мышление. Пер. с англ. и нем. – М.: Наука, 1989. – 400 с.
8. Винобер А.В. Кибернетические основы биосферного хозяйства / А.В. Винобер // Биосферное хозяйство: теория и практика. 2019. - 1(10). - С. 5-10
9. Винобер А.В. Системный анализ и биосферное хозяйство: теоретические и прикладные аспекты формирования ноосферы / А.В. Винобер // Биосферное хозяйство: теория и практика. 2020 № 4 (22). С. 5-14
10. Глушков В.М. Кибернетика. Вопросы теории и практики. – М.: Наука, 1986. 478 с.
11. Демек Я. Теория систем и изучение ландшафта. – М.: Прогресс, 1977. – 224 с.
12. Дергачева Е.А. Концепция социотехноприродной глобализации: междисциплинарный анализ. – М.: Ленанд, 2016. – 256 с.
13. Деридда Ж. Поля философии: пер. с фр. – М.: Академический проект, 2012. – 376 с.
14. Динамическая теория биологических популяций / Под ред. Р.А. Полуэктова. – М.: Наука, 1974. – 456 .
15. Карпинская Р.С., Лисеев И.К., Огурцов А.П. Философия природы: коэволюционная стратегия. – М.: Интерпракс, 1995. – 352 с.

16. Крон Г. Исследование сложных систем по частям – диакоптика. – М.: Наука, 1971. 542 с.
17. Кун Т. Структура научных революций: Пер. с англ. / Т. Кун; Сост. В.Ю. Кузнецов. — М.: ООО «Издательство АСТ», 2003. —605,
18. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. Вербальный анализ решений. - М.: Наука, 1996. - 208 с.
19. Лем С. Сумма технологии. М.: АСТ, Terra Fantastica, 2002. - 669 с.
20. Лосский И.О. Чувственная, интеллектуальная и мистическая интуиция. М.: ТЕРРА Книжный клуб; Республика, 1999.
21. Марков Б.В. Люди и знаки: антропология межличностной коммуникации. — СПб.: Наука, 2011.668 с.
22. Марков Ю.Г. Социальная экология. – Новосибирск: Наука, 1986. – 174 с.
23. Марсель Г. Метафизический дневник: пер. с фр. – СПб: Наука, 2005. – 587 с.
24. Методологические проблемы оптимизации в науке / Воронин В.Т., Разумовский О.С., Семенова Н.Н. и др. – Новосибирск: Наука, 1991.
25. Миронов А.В. Философия социо(техно)природной системы. – М.: МАКС Пресс. 2013. – 192 с.
26. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. М.: Наука, 1981. – 488 с.
27. Моисеев Н.Н. Современный рационализм / Н. Н. Моисеев; Рос. науч. гуманитар. фонд, Междунар. независимый экол.-политол. ун-т. — М.: МГВП КОКС, 1995. - 376 с.
28. Моисеев Н.Н. Расставание с простотой. – М. Аграф, 1998. 473 с.
29. Моисеев Н.Н. Универсум. Информация. Общество. – М.: Устойчивый мир, 2001. – 200 с.
30. Монтгомери Г., Свенсон О. Анализ доминантного структурирования проблемы принятия решений с использованием метода мышления вслух// Системы и . методы поддержки принятия решений.-М.: ВНИИСИ, 1986.-С. 16-28.
31. Налимов В.В. Вероятностная модель языка. О соотношении естественных и искусственных языков. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Наука, 1979. 303 с.
32. Налимов В.В. В поисках иных смыслов. – М.: Прогресс, 1993. – 280 с.
33. Налимов В.В. Спонтанность сознания: вероятностная теория смыслов и смысловая архитектура личности. 2-е изд. – М.: Водолей, 2007. – 368 с.
34. Панов М.И. Методологические проблемы интуиционистской математики. – М.: Наука, 1984. 223 с.
35. Парсонс Талкотт. О структуре социального действия. М.: Академический Проект, 2000. — 880 с.
36. Пойа Д. Математика и правдоподобные рассуждения. Пер. с англ. 2-е изд., испр. – М.: Наука, 1975. – 462 с.
37. Пойа Д. Математическое открытие. 2-е изд., стереотип. Пер. с англ. – М.: Наука, 1976. 448 с.

38. Попкова Н.В. Философия техносферы. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 344 с.
39. Поппер Карл. Открытое общество и его враги. В 2-т. Пер. с англ. под ред. В. Н. Садовского. — М.: Феникс, Международный фонд «Культурная инициатива», 1992. – 448 с.
40. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой: Пер. с англ./ Общ. ред. В. И. Аршинова, Ю. Л. Климонтовича и Ю. В. Сачкова. — М.: Прогресс, 1986.—432 с.
41. Пуанкаре А. О науке: пер. с франц.- М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 560 с.
42. Пэнгл Р. Методы системного анализа окружающей среды / Пер. с англ. под ред. Н.Н. Моисеева. – М.: Мир, 1979. – 213 с.
43. Садовничий В.А. Теория операторов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. 296 с.
44. Уайтхед А. Избранные работы по философии. Пер. с английского. - М.: Прогресс, 1990. - 720 с.
45. Уиттл. Вероятность. Пер. с англ. / Под ред. В.В. Сазонова. – М.: Наука, 1982. – 288 с.
46. Федоткин М.А. Модели в теории вероятности. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 608 с.
47. Фомичев А.Н. Проблемы концепции устойчивого экологического развития: системно-методологический анализ, М., 2009. – 216 с.
48. Черников В.Г. Философия диалектико-материалистического гуманизма. – Рыбинск: ОАО «Рыбинский дом печати», 1998. – 374 с.
49. Черныш В.И. Введение в экологическую кибернетику. М., 1990. 568 с.
50. Щедровицкий П.Г. Деятельностно-природная система / П.Г.Щедровицкий // Человек и природа. 1987. – 12. - С. 13-68.
- 

*A.V. Vinober*

*«Siberia Land Congress» Biosphere and Agriculture Economies Support and Development Fund, Irkutsk, Russia*

## **METHODOLOGICAL BASES OF MODELING PROCESSES IN THE BIOSPHERE ECONOMY**

*In this work, the main attention is paid to the methodological and philosophical bases on which the modeling of processes taking place in the biosphere economy (i.e. in the world and regional nature management) should be built. Three principles are proposed for use in modeling biosphere-economic processes: 1) convenient modeling geometry, 2) methodological principle: adequate representation of the qualitative and semantic content of the modeled process or system, 3) the principle of the dominant structure or dominant way of describing the process (object).*

*Key words: methodology, modeling, biosphere economy, biosphere, environmental management, sociotechnologynatural system*

---

*Поступила в редакцию 30 августа 2020*