

А.А. Крушанов

Онтологические инновации кибернетики

Старшему поколению исследователей хорошо известно, что провозглашение в середине XX в. кибернетики вызвало огромный энтузиазм и веру в ее необыкновенно обширные возможности. Молодым же коллегам, лично не знакомым с душевным подъемом раннекибернетического периода, теперь в это трудно поверить, – сегодня о кибернетике вспоминают редко, да и то скорее в связи с решением каких-то довольно прикладных задач. Ее изначальный, более широкий и провоцирующий размышления эвристический потенциал фактически оказался подзабытым и потерянным в силу естественно развившейся специализации и дифференциации кибернетического знания.

«Потерялась» кибернетика на фоне других наук и в силу новизны комплекса идей, которые при ее зарождении так и не были должным образом упорядочены и прояснены, хотя и стимулировали большую сопутствующую методологическую работу. Правда, эту работу, на мой взгляд, так и не успели довести до желательной ясности и полноты.

Между тем если говорить об онтологической значимости факта появления кибернетики, то нельзя не отметить, что комплекс ее наработок *стихийно* дополнил и трансформировал принятую прежде научную картину мира (НКМ) по крайней мере по двум основным линиям.

1. Выявилось существование «не предусмотренных» НКМ **«трансдисциплинарных»** закономерностей, наблюдающихся равным образом в объектах различной субстратной природы, т.е. от-

носящихся одновременно к предметным областям сразу нескольких фундаментальных наук, прежде отчетливо отделенных и развивавшихся автономно.

2. Впервые в качестве нового специфического предмета научного познания были выделены процессы управления и осуществляющие их системы. Это контрастировало с прежней предметной ориентацией науки, привыкшей интересоваться прежде всего и главным образом основными энергетически мощным взаимодействиями, структурами и процессами (собственно формирующими, составляющими сами изучаемые объекты). Кроме того, в этом ключе кибернетика привлекла систематическое внимание к организованности и сложности объектов, в то время как для прежней НКМ, сформировавшейся под влиянием прежде всего физики, был характерен акцент на учете вещества и энергии. Представления об обратной связи и кибернетическом целеполагании в свою очередь задали набор онтологических эвристик и вопросов, которых прежде не знали.

Рассмотрим смысл и значение этих стартовых инноваций подробнее.

Трансдисциплинарность кибернетики как вызов НКМ. Важной характерной особенностью кибернетики изначально стала широкая приложимость кибернетических понятий и моделей, подтвердивших свою эффективность в процессе последовательного изучения технических и биологических объектов, а затем и социальных систем. Иначе говоря, новая наука выступила в качестве своеобразного строителя, наводящего мосты между островами прежде резко разделенных областей специального знания.

Чтобы осознать принципиальность обозначившихся таким образом перемен, целесообразно первоначально очертить тот доминирующий образ мироздания, который был унаследован наукой XX в. от прежних времен и до появления кибернетики жестко определял организацию и характер научного поиска, преподавания и использования научных знаний. Во многом он влияет на познавательную деятельность и ныне, хотя уже куда менее навязчиво и всеохватывающе.

Когда он был в силе, то в своем, так сказать, классическом варианте выражал собой набор следующих обобщений.

1. Все изучаемые наукой объекты относятся к трем основным большим сферам реальности: к неорганическому миру, органическому миру и к миру социальных систем. В более детализированном варианте образа мироздания все объекты соотносятся с определенными «структурными уровнями» бытия.

2. Основные сферы реальности возникли последовательно как порождения гигантского эволюционного процесса, стихийно создав характерную «лестницу бытия». Позднее возникшие сферы бытия по сравнению с предшествующими обладают большей сложностью, а потому и дополнительными свойствами. Соответственно, хрестоматийными стали выражения вроде: развитие – это изменение от простого к сложному; человек – это венец, высшее достижение космической эволюции, с которым несопоставимы куда более примитивные объекты иной физической природы.

3. Объекты выделенных сфер бытия в силу их различия естественно изучать автономно, в рамках отдельных, иерархически упорядоченных специальных наук (физики, химии, биологии, социологии). Изучение незначительной обнаруживаемой общности – это сфера компетенции философии.

В этой связи было с удивлением констатировано, что кибернетика «вообще не относится ни к одной из существующих конкретных наук, изучающих строго определенные формы движения материи»¹. Неясности с положением кибернетики в структуре науки и со способом выражения ее статуса смущали исследователей и даже вызвали жаркие споры по поводу того, не является ли она новой философией. Однако постепенно страсти поутихли, кибернетика, как уже отмечалось, увязла в собственной дифференциации и узкой специализации, так что ее необычно обширная исходная приложимость ушла в «тень» и перестала быть общезначимой проблемой.

Почему же эта ее изначальная особенность вспоминается сегодня вновь?

Дело в том, что открытие кибернетикой существования «*трансдисциплинарных*» закономерностей, несмотря на последовавший со временем спад собственно кибернетического энтузиазма, получило активное и прогрессирующее продолжение² в форме выделения ряда новых исследовательских направлений, получивших в последнее время название *трансдисциплинарных*. Так, вслед за

кибернетическими поисками развернулись интенсивные и родственные по масштабу изучаемых закономерностей *системные исследования*. За ними в аналогичную работу включились *синергетики*. В последние годы отчетливо обозначилась возможность кристаллизации еще нескольких систематических видов трансдисциплинарных исследований, ныне выделяемых, например, как «*ритмология*», «*симметриология*», «*экстремология*» и «*глобальный (универсальный) эволюционизм*».

Следует отметить и подчеркнуть, что посткибернетические трансдисциплинарные исследования формируются и развиваются в отличие от зарождавшейся кибернетики вполне рутинным образом, уже без больших терзаний парадигмального характера (сопутствовавших рождению кибернетики), поскольку кибернетика успела проделать самую важную прорывную работу. Общая трансдисциплинарная парадигма, правда, при этом сложиться не успела, но старая НКМ свою силу и жесткость потеряла, и это открыло новые степени свободы научного поиска, которые с тех пор стихийно и реализуются. Но поэтому же современная суммарная трансдисциплинарная работа ведется довольно рутинно и внешне не очень заметно.

Между тем, оценивая все эти поднакопившиеся в результате новации в целом, т.е. анализируя появление целого семейства трансдисциплинарных исследований, невольно озадачиваешься несколькими крайне любопытными и значимыми вопросами, на которые важно найти ответы.

1. Поскольку начиная с середины XX столетия в разноприродных сферах бытия открываются все новые и новые существенно сходные между собой свойства и закономерности, возникает естественный вопрос: *можно ли сделать этот процесс систематическим и более эффективным?*

2. Если к настоящему времени под эгидой разных наук уже выявлена значительно большая, чем это предполагалось прежде, однородность объектов и процессов, относящихся к различным структурным уровням Вселенной, то *кто может сегодня категоричным образом устанавливать пределы такой однородности?* И каким же должен быть современный образ реальности, чтобы трансдисциплинарные исследования и их наработки не казались чем-то случайным, а то и маргинальным?

На мой взгляд, в основание возможного подхода к рассмотрению обозначившихся перемен и сформулированных выше вопросов может быть положена архитектурная метафора, выраженная в виде **идеи однородного мироздания**.

Допустим нелепое для традиционной НКМ предположение, что «лестница бытия» (т.е. цепочка структурных уровней бытия) вопреки все еще распространенному убеждению, *существенно однородна*. В таком случае могут и должны быть найдены различные свидетельства, подтверждающие это предположение. Естественным дополнением к выдвинутому предположению является и следующая мысль: если традиционный образ мира сегодня уже не выглядит удовлетворительным, то следует провести его специальную «проверку на прочность»: в нем могут и должны быть найдены и другие слабости и спорные места, подтверждающие целесообразность поиска новой точки зрения.

Так, обратим внимание на то, что теоретически разработанная конструкция, называемая современной научной картиной мира, основывается на использовании определенного парадигмального основания, которое после выхода в свет работ К.Вольфа обозначается как «эпигенетическая» модель развития. Эта модель возникла в противовес распространенному преформистскому пониманию процессов онтогенеза и в отличие от него акцентировала внимание на появлении нового в развитии, на возникновении из первичной аморфной субстанции все более сложных образований. Именно данный парадигмальный образ и был исторически определяющим при общей интеграции научного знания в форме НКМ, что в конечном счете и стало рассматриваться как естественная и привычная картина мира. Между тем сегодня становится все более понятным, что это парадигмальное основание отнюдь не бесспорно.

Открытие и изучение ДНК говорит о том, что первичная «простая» субстанция оказывается очень сложным образованием, причем есть весьма последовательное соответствие между ее структурами и структурами, которые обнаруживают себя в ходе онтогенеза. Таким образом, размышляя о надежности современной научной картины мира, уже нельзя не думать о том, что ее парадигмальный базис стал весьма уязвимым. Сегодня, создавая модель глобальной эволюции, порождающей череду структурных уровней бытия, полезно поразмышлять: возможно, реконструируемые нами процессы

восхождения от простого к сложному носят локальный характер, т.е. происходят в пределах отдельных структурных уровней реальности. Что же касается основной структуры глобально-эволюционного процесса, то, видимо, она в целом является инвариантной, в основе своей однородной, повторяющейся, о чем, собственно, и свидетельствует появление кибернетики, синергетики, общей теории систем и других дисциплин аналогичного класса.

Плохо согласуется с устоявшимися мировоззренческими установками и тот факт, что глубины микромира вместо приписываемых им традицией примитивизма и простоты со временем демонстрируют свое все более богатое внутреннее содержание. Во всяком случае, за последние годы появилось много признаков того, что на мир естественно возникших объектов, которые относятся к неорганической природе, необходимо смотреть как на значительно более сложное, чем это обычно представлялось, образование. Потому и становятся все более привлекающими внимание высказывания вроде: «В начале века физики были очень близки к тому, чтобы свести структурные единицы вещества к небольшому числу “элементарных частиц”, таких, как электроны и протоны. Теперь мы далеки от столь простого описания. Как бы ни сложилась в будущем судьба теоретической физики, “элементарные” частицы обладают слишком сложной структурой, для того чтобы утверждение о “простоте микроскопического” можно было принять всерьез»³.

В этой же связи очень симптоматичным выглядит открытие синергетиками фрактальных структур, которые теперь вполне могут претендовать на роль парадигмального основания для обновленной научной картины мира. Изучение фрактальности прямо свидетельствует, что для эволюции вполне естественно реализовываться посредством повторяющегося алгоритма в форме регулярного воспроизведения набора особенностей, который ею уже использовался в ходе формирования более ранних по своему происхождению сфер бытия. Общий характер происходящих в «большой науке» перемен позволяет предположить, что фрактальность в полной мере касается не только морфологических и функциональных, но также эволюционных и субстратных особенностей. При этом не стоит забывать и о таких известных исторических прецедентах констатации инвариантности в процессе развития, как учение И.В.Гёте о морфологическом типе и концепция единого плана строения животных Э.Ж.Сент-Илера.

Таким образом, оценка факта открытия кибернетикой трансдисциплинарности способна привести к серьезной коррекции принятой НКМ: похоже, что мир напоминает скорее строящийся многоэтажный дом (т.е. именно миро-здание). По некоему генеральному природному плану его этажи должны быть конструктивно сходными, хотя, понятно, реальные жильцы придают определенное своеобразие каждому «этажу» и каждой «квартире».

Однако кибернетикой были подмечены и другие важные новые онтологические особенности, не характерные для традиционной НКМ.

Кибернетический образ управления как стимул развития НКМ. Известно, что кибернетика в первую очередь определяется как наука о закономерностях управления и связи. Во всяком случае, именно так определил новую науку ее творец Н.Винер. И это естественно и справедливо, т.к. именно кибернетика внесла существенный вклад в описание и объяснение процессов управления и их информационной нагруженности, что уже определяло специфику кибернетики в сопоставлении с множеством традиционных дисциплин.

Так, имея в виду именно это обстоятельство, Н.Винер отмечал: «...если XVII столетие и начало XVIII столетия – век часов, а конец XVIII и все XIX столетие – век паровых машин, то настоящее время есть век связи и управления. В электротехнике существует разделение на области, называемые в Германии техникой сильных токов и техникой слабых токов, а в США и Англии – энергетикой и техникой связи. Это и есть та граница, которая отделяет прошедший век от того, в котором мы сейчас живем»⁴.

Таким образом кибернетика привлекла внимание к тому прежде не замечавшемуся факту, что активность внутри привычных объектов по крайней мере зачастую подразделяется на два взаимосвязанных вида. Одни из них, «силовые», собственно и определяют, обеспечивают существование и развитие систем, выступая их фактической связью с миром действительного, обеспечивая их включенность в мир именно действительного, а не просто возможного. Вторые же виды активности, как бы «надстраиваясь» над первыми и дополняя их, несмотря на свою относительную энергетическую слабость, определяют для силовых активностей характер и направленность их актуализации,

так что «управляющее воздействие играет, образно говоря, роль спускового крючка, управляющего последующим освобождением заряда»⁵.

С учетом важности, специфики и новизны этих двух выделенных видов активности их целесообразно зафиксировать специальным образом, обобщенно. Например, различив как **«каркасные»** (т.е. формирующие основную энергоемкую структуру системы и определяющие ее действительное существование) и **«вторичные»** (т.е. сопутствующие каркасным активностям и в сопоставлении с ними энергетически относительно слабые, но существенные по своему влиянию на них). Такое подразделение правомерно рассматривать как вторую инновацию, которой кибернетика дополнила традиционную НКМ, хотя и не успев ее четко артикулировать в свое время в столь общем виде.

Важным для понимания достоинства обсуждаемой двойственной организации активности изучаемых систем представляется тот факт, что вторичные активности в сравнении с каркасными, как правило, обладают более высоким динамизмом и при всей несомненной существенной зависимости от последних (как от фундамента, которому они сопутствуют) все же обладают заметной автономией. В этом и скрыт один из важных источников необычности действия такого рода процессов (в том числе так называемого «опережающего отражения действительности»), поскольку «отделение сигнала от его источника и перенос сообщений носителями большой скорости и проникающей способности позволяет организовываться сложным системам из многочисленных часто удаленных друг от друга компонентов путем их взаимодействия без прямого соприкосновения»⁶. Показательно, что в процессе эволюции живой природы формирование управляющих систем организмов⁷ строилось на основе естественного отбора именно тех из них, у которых волны возбуждения от раздражения передавались с помощью более быстрых элементов.

Нельзя не заметить, что обобщаемая таким образом особенность кибернетических систем ставит интересную проблему систематического изучения характера проявления вторичных взаимодействий за пределами традиционных для кибернетических исследований объектов. Причем подобного рода мостики уже вы-

страиваются. Скажем, в отношении изучения контактов биомолекул отмечается, что «силы слабых взаимодействий лишь в относительно недавнее время, во всяком случае, много позднее, чем главновалентные силы, начали привлекать к себе внимание... Мощные своей многочисленностью и разнообразием силы слабых взаимодействий образуют специфическое силовое поле, которое, по-видимому, с наибольшим правом можно будет назвать “интегративным полем”»⁸. То есть вторичные («несиловые») взаимодействия играют важную роль и в предбиологических системах, но эту роль еще только предстоит лучше изучить и прояснить, что пока представляется перспективной задачей науки, причем задачей вполне осмысленной и новой.

Напомню, что под управлением в кибернетике принято понимать целенаправленное информационное воздействие на управляемый объект, осуществляемое по схеме обратной связи. Рассмотрим основные компоненты этого определения.

Начнем с оценки кибернетического представления *об информативности управления*. Прежде всего, следует заметить, что при анализе высказываний об этой стороне функционирования кибернетических систем сразу же обращает на себя внимание их неоднозначность.

При этом суммарно основные онтологически значимые трактовки информативности кибернетических систем сводятся к следующему набору.

1. Энергетическая трактовка информативности

Информационные взаимодействия являются не обычными энергетическими, но имеют «несиловой» характер, т.е. это энергетически слабые воздействия, способные между тем вызывать несоизмеримо большие следствия. Поясняющий пример сторонников этой интерпретации: сбить сосульку с крыши можно лишь сильным ударом палки (физическое воздействие), но согнать с крыши голубя можно и легким взмахом руки (информационное воздействие).

2. Отражательная трактовка информативности

Информационные взаимодействия прежде всего характеризуются «отражательной» нагрузкой, т.е. в ходе их реализации происходит передача, преобразование и использование отображений, «слепков» с вовлеченных в процесс управления объектов. Это оз-

начает выработку управляющих воздействий на основе манипулирования не с самими объектами, но с их некоторыми копиями, отображениями, с «образами» этих объектов.

3. Структурная трактовка информационности

Отображения – это всегда некоторые структуры, сложность которых можно и следует оценивать на основе удачной формулы К.Шеннона. В этом случае говорят об «информации, содержащейся в рассматриваемом объекте», таким образом дополняя традиционный масс-энергетический анализ объектов и процессов еще и организационным измерением.

На мой взгляд, эти сложившиеся при осмыслении ранней кибернетики интерпретации информационности кибернетических систем не равноценны и точнее всего обсуждаемое качество выражают второе и третье истолкования⁹. Это подтверждается и тем, что в научной литературе «послекибернетического периода» понятие информации стало функционировать главным образом в структурном, шенноновском смысле¹⁰, правда, стимулируя научный поиск на базе и ее отражательной трактовки¹¹.

Аппарат Шеннона, разработанный для оценки сложности встречающихся структур, универсален и доказал свою эффективность. И самое важное. С помощью такого понимания информационности и информации в поле зрения исследователей теперь отчетливо удерживается не только масс-энергетическая сторона изучаемых объектов и явлений, но и прежде не замечавшаяся их организационная сторона. Сегодня под этим углом зрения делаются попытки¹² оценить организованность даже всей нашей Вселенной и динамику этой организованности в ходе эволюции Вселенной.

Очень важное значение для управления имеет **наличие обратных связей**. Чтобы понять их предназначение, надо принять во внимание, что процессы управления в классическом случае всегда происходят между двумя объектами, которые обозначают одним из следующих способов:

- 1) «объект управления» и «управляющая система»;
- 2) имеется «кибернетическая система», которая включает в себя «управляющую» и «управляемую» подсистемы. Например, правительство – это управляющая подсистема страны; экономика – это управляемая подсистема страны.

Воздействия со стороны управляющей подсистемы, собственно, и являются управлением. Однако важно то, что в полноценной кибернетической системе существует и обратное воздействие управляемого объекта на управляющую систему. Это обратное воздействие управляемого объекта на управляющую систему и называется обратной связью. Ее существование обусловлено тем, что для управления требуется информация о двух состояниях объектов: о целевом (желательном, предпочтительном) состоянии и о «фактическом» состоянии, т.е. том, в котором реально находится объект. Обратные связи и призваны надежно и результативно информировать о фактическом положении дел. На практике это выглядит так: если воздействие на объект ведет к каким-либо следствиям, то за счет существования цепи обратного причинения эти следствия через систему управления в свою очередь способны влиять на данный объект, усиливая или уменьшая в нем первоначальные изменения.

В зависимости от того, ведет ли обратная связь к выработке действий, стимулирующих начавшиеся изменения, или же наоборот работает на их подавление, стало признанным разделение всех обратных связей на «положительные» и «отрицательные». В случае отрицательной обратной связи реакции системы управления всякий раз оказываются направленными на противодействие изменениям в состоянии объекта, что делает объект устойчивым, стабилизирует его, и он, как говорят, находится в режиме «гомеостаза», т.е. обладает постоянством некоторых характеристик своего состояния даже при наличии возмущающих воздействий. Анализ показывает, что взаимоотношения типа обратных являются вполне универсальным феноменом и широко распространены в мире.

Широкое распространение в неживой природе имеют и процессы, происходящие по схеме с положительной обратной связью. В подобных случаях говорят, например, о «самоиндукции» или «самовозбуждении»¹³.

Примеров подобного рода можно найти довольно много и они, как правило, достаточно хорошо известны. Видимо, поэтому сведения об обратных связях теперь можно найти практически в любом учебнике по философии, содержащем раздел, посвященный теме детерминизма.

Очень важной характеристикой управляющих воздействий является их *целенаправленность*. В этой связи стоит сразу напомнить о том, что появление кибернетики оказалось возможным за счет введения специального обобщенного понимания данной стороны кибернетических процессов. К сожалению, это нововведение не было нормально терминологически оформлено, поэтому ныне термины «целенаправленность» и «цель» функционируют одновременно и в традиционном антропоморфном значении, и в широком кибернетическом смысле. Правда, был период, когда исследователи еще пытались как-то внятно отделить это новое понимание, для чего стали оговариваться, что в связи с кибернетикой лучше говорить о «квазицели»¹⁴, «цели в общем смысле»¹⁵, «функциональном инварианте»¹⁶. Однако новации не прижились, и, возможно, в том числе поэтому целевой аспект управления в кибернетическом смысле не получил последовательной проработки.

Как отмечено в этой связи, «кибернетические процессы – это процессы объективно целесообразные, целенаправленные. Однако это требует пояснений. Дело в том, что самые различные процессы можно описать в телеологической терминологии (что, кстати, было широко распространено в средние века). Скажем, процесс свободного падения тела под воздействием силы тяжести на телеологическом языке будет выглядеть примерно так: “тело стремится к земле как к своему естественному месту”. Обновив свой язык за счет кибернетической терминологии, телеолог скажет: «в тело заложена программа движения к земле, в нем имеется “образ” земли; тело сличает “образ” с различными объектами и как только оно опознает землю – остановится»¹⁷.

Сегодня, в связи с развитием синергетики, становится вполне понятным, что представленное понимание может быть истолковано и просто как движение системы к некоторому аттрактору, т.е. к некоторому своему будущему «притягивающему», устойчивому состоянию. Такая связка настолько естественна, что уже можно встретить замечания вроде: «Зрелое многоклеточное тело может быть интерпретировано как “цель”, или лучше как “аттрактор”, развития организма»¹⁸. Очевидно, что толкование целенаправленности как изменчивости объекта под влиянием определенного аттрактора создает основу для очень широкого обобщения представления о целях, так и не успешно состоявшегося в рамках ранней собственно кибернетической работы.

Определенному уточнению кибернетической целенаправленности служит тот факт, что все процессы управления «характеризуются точной количественной мерой – уменьшением энтропии»¹⁹, и что «управляющее воздействие имеет своей целью снизить или по крайней мере затормозить рост энтропии (меры хаотичности) данной системы»²⁰. Однако эта констатация до сих пор так и не получила последовательного развития. Иначе говоря, кибернетика задала интересный вопрос еще ждущий целенаправленной проработки.

Отмеченные образы и понятия кибернетики и составляют ее основное концептуальное и по сути парадигмальное ядро. На мой взгляд, оно уже обогатило наше видение мира существенным образом, но может еще более усилить наши эвристические возможности, если не будет считаться отработанным достоянием истории и пережитым феноменом вчерашней науки, а останется в фокусе внимания современной философии науки.

Примечания

- ¹ *Моисеев В.Д.* Центральные идеи и философские основы кибернетики. М., 1965. С. 46.
- ² См. подробнее: *Крушанов А.А.* Трансдисциплинарный вызов и возможность рождения Megascience // *Методология науки: новые понятия и нерешенные проблемы.* М., 2004.
- ³ *Пригожин И.* От существующего к возникающему. М., 1985. С. 22.
- ⁴ Там же. С. 90.
- ⁵ *Крайзмер Л.П.* Кибернетика. М., 1977. С. 201.
- ⁶ Биологическая кибернетика. М., 1977. С. 22.
- ⁷ Там же. С. 205.
- ⁸ *Энгельгардт В.А.* О некоторых атрибутах жизни: иерархия, интеграция, узнавание // *Современное естествознание и материалистическая диалектика.* М., 1977. С. 350.
- ⁹ Не случайно, что именно эти две трактовки активно фигурировали в дискуссии пионеров философского осмысления кибернетики в качестве «атрибутивной» и «функциональной» концепций информации. См. об этом, например: *Урсул А.Д.* Отражение и информация. М., 1973.
- ¹⁰ См., например: *Кадомцев Б.Б.* Динамика и информация. 2-е изд. М., 1999; *Чернавский Д.С.* Синергетика и информация. Изд. 2-е испр. и доп. М., 2004.
- ¹¹ См., например: *Юшкин Н.П.* Минералы – источники генетической информации // *Проблемы генетической информации в минералогии (Тез/ II Всесоюз/ минерал. семинара).* Сыктывкар, 1980.

- 12 См. об этом: Системы и средства информатики. Научно-методологические проблемы информатики. Спец. вып. М., 2006; *Гуревич И.М.* Законы информатики – основа строения и познания сложных систем. Изд. 2-е, уточн. и доп. М., 2007.
- 13 См. например: *Долгушин И.* Самоиндукция в природе // *Земля и люди.* 1967. М., 1966.
- 14 *Кремянский В.И.* Методологические проблемы системного подхода к информации. М., 1977. С. 8.
- 15 *Рапопорт А.* Математические аспекты абстрактного анализа систем // Исследования по общей теории систем. М., 1969. С. 98.
- 16 *Украинцев Б.С.* Самоуправляемые системы и причинность. М., 1972. С. 154.
- 17 *Шалютин С.М.* Кибернетические процессы в системе форм движения // *Пространство. Время. Движение.* М., 1971. С. 483.
- 18 *Майнцер К.* Сложность и самоорганизация // *Вопросы философии.* 1997. № 3. С. 51.
- 19 *Берг А.И.* Предисловие // *Бир Ст.* Кибернетика и управление производством. М., 1963. С. 5.
- 20 *Новик И.Б.* К вопросу о единстве предмета и метода кибернетики // *Кибернетика, мышление, жизнь.* М., 1964. С. 113–114.