

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД, СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ И ЭНТРОПИЗАЦИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ

И.В. Прангишвили

Рассматриваются различные аспекты системологии, обсуждаются особенности системного мышления, анализируются закономерности энтропизации научных знаний. Основные положения иллюстрируются примерами.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И СИСТЕМНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Системология изучает методы системного исследования окружающего нас мира (объектов, явлений, процессов) с позиции целостности или интегрированности происходящих в мире процессов, общие или специальные закономерности, присущие системам, и применяется для анализа, познания и синтеза более сложных и более эффективных систем.

Системологический или целостный подход к различным проблемам базируется на едином или комплексном понимании существа, роли, значения и взаимозависимости важных факторов; позволяет комплексно и всесторонне изучить проблему, выделить приоритеты и оптимизировать основные параметры системы. Например, системология национальной безопасности страны развивается на стыке таких наук, как политология, военная наука, социология, информатика, экология, экономическая наука.

Системология признает, что системным кризисам могут быть противопоставлены лишь системная методология и системные методы борьбы с ними [1, 2].

Системология некоторой предметной области включает в себя системологии исследуемых подсистем. Так, например, подсистемами системологии национальной безопасности страны могут служить следующие системологии: экономическая безопасность, военная безопасность, информационная безопасность, экономическая безопасность, техногенная безопасность и т.п.

Системологический или системный подход к национальным интересам страны — главное условие ее возрождения и обеспечения безопасности.

Системологию особенно важно применять при изучении глобальных проблем, которые настолько комплексны, что необходимо воздействовать одновременно на многие параметры системы, чтобы получить положительный результат в их решении.

Системный или комплексный подход к решению проблем позволяет раскрыть характер системных противоречий, выявить сложную взаимосвязь разных проблем и выработать стратегию решения поставленных задач.

Системное осмысление глобальных проблем (экологических, социальных, экономических, военных, техногенных) имеет общечеловеческое значение.

Многие преобразования или **трансформации** различных систем сводятся, в первую очередь, к изменению **структуры** системы и, в частности, к изменению числа элементов или связей между ее структурными элементами. Изменение числа элементов или связи между элементами системы приводит к изменению ее структуры. На практике часто происходит усиление, или ослабление, или даже разрыв некоторых или всех внутренних межэлементных связей и образование новых. Например, сильное ослабление межэлементных связей в структуре системы может привести к ослаблению устойчивости и далее — к распаду системы. С точки зрения системных преобразований как социальная реформа, так и революция являются структурными преобразованиями, но различного масштаба и глубины. Наиболее значимы и интересны те преобразования, которые ведут к образованию качественно новой системы. Количественные изменения системы, происходящие в результате процессов соединения и разделения, могут привести к общим качественным преобразованиям системы [2].

Для преобразования (трансформации) систем путем **внешнего** возмущения необходимо появление **спускового, или триггерного, механизма**. Если внутри системы уже имеется напряженное состояние, достаточно спускового механизма, чтобы систему перевести в другое состояние. В зависимости от уровня напряженности внутри системы требуется различный уровень срабатывания спускового механизма. Чем напряженнее система, тем меньший уровень требуется для освобождения внутренней энергии системы и ее преобразования. Очень велика роль спускового механизма в социальных системах. Собравшись в большом количестве, толпа людей теряет способность контролировать себя и потенциально представляет собой слепую разрушительную силу, а потому легко поддается воздействию спускового механизма. Многие крупные исторические события, включая революцию и геноцид, были проявлением массовой истерии через некие спусковые механизмы [2].

Если **сходные**, или тождественные, условия среды и сходные процессы приводят к сходным конечным результатам в преобразовании систем, то такие преобразования системы называются **конвергентными**. Так, например, сходная водная среда привела к таким конвергентным формам, как рыбы и киты или дельфины, а сходная оптическая среда в виде световых волн определенной длины – к сходным во многом конструкциям глаз у моллюсков, животных и людей. Конвергенция наблюдается не только в органическом, но и в неорганическом мире. Пример – независимое образование сходных астрономических форм в космической среде или минералов в земле.

Системный прогресс характеризуется возникновением таких структурных и функциональных изменений, которые ведут к усовершенствованию организации самой системы. Как правило, системный прогресс часто сопровождается усложнением организации, правда, бывает, когда прогресс социальных структур, научных теорий и других систем сопровождается их упрощением, а не усложнением. Но в целом продвинутые системы в виде современных технологий, современной экономики, общественных структур стали сложнее.

Системный прогресс обуславливается увеличением числа и разнообразием связей с окружающей средой. Он состоит в увеличении количества полезной информации, заключенной в структуре системы. Чем проще становится окружающая среда, чем более упрощаются связи системы с ней, тем проще становится и сама система. Если упрощение среды достигает крайних пределов, система регрессирует.

Известно, что свойство той или другой системы зависит от внешнего потребителя того или иного

свойства систем. Если у внешнего потребителя нет заинтересованности в определенном свойстве системы, по этому свойству она будет закрытой. Так, если во внешней среде нет потребности в умной и талантливой молодежи и нет потребности в фундаментальной науке, то у такой системы, вследствие отсутствия потребителя, исчезнет это свойство, и поэтому наука и образование ослабеют. Те или иные свойства системы проявляются, и система по этим свойствам становится открытой лишь тогда, когда появляется внешний потребитель этих свойств, иначе по этим параметрам она становится закрытой и эти свойства исчезают [1, 2].

Сегодня в России добываемые наукой как системой новые знания не воспринимаются отечественной экономикой. Она стремится к сиюминутной выгоде и не ориентирована на освоение результатов фундаментальных исследований и научно-технического прогресса. Сокращается число ученых и нарушается разумное соотношение учителей и учеников.

СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ

Цель **системного мышления** – правильно и целостно (системно) воспринимать окружающий мир, **целостно осмысливать** наблюдения и осознавать **законы и закономерности** материального и нематериального миров, научиться пользоваться этими законами и закономерностями в своей деятельности и, в первую очередь, при создании и управлении сложными системами [2].

У многих крупных специалистов, у нас и за рубежом, сложилось свое системное мышление в виде привычки мыслить так, чтобы видеть **целостную картину** объекта или процесса. Системному мышлению значительно помогает человеческая интуиция и неявное знание.

Если для новых объектов исследования имеющиеся модели недостаточны, то системное мышление (целостный подход, интуиция и неявное знание) человека способствует разработке новых более эффективных моделей. Пока в науке отсутствует количественная мера оценивания уровня системного мышления человека, однако можно утверждать, что системное мышление достигло такого уровня развития, когда при существующих когнитивных моделях человек достаточно часто может справиться с качественным анализом сложных технических, социально-экономических, психологических проблем.

Системное мышление с преобладанием факторов интуиции и неявного знания применяет методы как **индуктивного**, так и **дедуктивного** системного мышления. Если более привычное дедуктивное мышление подразумевает, что сначала определя-



ются комплексные системные проблемы, а затем находятся их комплексные решения, то при индуктивном системном мышлении, наоборот, сначала находится **новая идея** или принципиальное новое комплексное решение, а затем это решение стремятся применить к соответствующей проблеме.

Парадокс системного мышления заключается в парадоксах целостности и иерархичности. Парадокс целостности заключается в том, что решение задачи целостного описания данной системы возможно при решении задачи «целостного» разбиения исследуемой системы на такие минимальные элементы системы, которые еще сохраняют свойство целостности исследуемой системы. Тогда целостное свойство принадлежит как системе в целом, так и ее составным элементам.

Парадокс иерархичности заключается в том, что описание любой целостной системы возможно как элемента или подсистемы более высокого ранга системы (надсистемы).

Очевидно, что эффективность системного мышления тем выше, чем к более сложной и слабоформализуемой системе оно применяется. Системное мышление в наибольшей степени нашло отражение в современных методах программирования, в информатике, психологии, биологии, философии и др. [1, 2].

ЭНТРОПИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ И ЭНТРОПИЙНЫЙ БАЛАНС

Целью научно-технического прогресса и инновационного развития является **антиэнтропийное** или **негэнтропийное** развитие природы и общества.

Природные и общественные объективные законы и закономерности функционирования сложных систем обнаруживаются и осознаются людьми и получают всеобщее признание и применение после накопления и анализа эмпирических данных.

Человек как часть природы, если он хочет жить с ней в согласии, должен руководствоваться объективными природными и общественными законами и закономерностями. Человек, как правило, во все времена безуспешно пытался создать **собственные законы** и закономерности, которые не зависели бы от природы, и в них он указывал не то, что **можно и возможно**, а что **хотелось бы**. К сожалению, свои материальные проблемы человек часто пытался и пытается решить не в соответствии с существующими помимо нас природными законами и закономерностями, а по своему усмотрению. В том числе субъективными средствами, прибегая к помощи идеологии социального устройства общества, сепаратизма, религиозного фанатизма и т. п.

Однако человек не может совершать ни одного управленческого акта с положительным результатом вопреки законам и закономерностям природы и общества.

Все системные законы и закономерности, включая энтропийный, как правило, являются ограничительными и предупреждают о том, чего заведомо не следует добиваться, и поэтому оказывают направляющее влияние на нашу деятельность, что позволяет определить ориентиры, в первую очередь, в области управления системами. Знание и учет общесистемных закономерностей позволяет выявлять неправильные действия и ошибки людей, когда их управленческие действия направлены вопреки объективным законам и закономерностям, особенно при управлении сложными слабоструктурированными и слабоформализованными техническими, социально-экономическими и политическими системами. Правда, существует некий класс систем (так называемые, изменяющиеся системы), у которых периодически изменяются системные законы и закономерности функционирования [1–3].

Важнейшим средством предотвращения или ослабления роста энтропии, а иногда ее снижения, является рациональное управление, обеспечивающее целенаправленное воздействие на объект.

Энтропия, как мера беспорядка, хаоса жестко связана с понятием вероятности. Поэтому на практике действие энтропийных закономерностей проявляется, например, в том, что они **увеличивают вероятность событий** соответствующих им, т.е. эти события начинают происходить чаще других.

Существует системная закономерность **энтропизации** или обесценивания науки, которая приводит к тому, что прирост **истинно новых научных знаний** составляет все меньшую и меньшую величину на единицу затрачиваемых средств. Вместо истинно новых научных знаний имеем дело со знаниями, которые на самом деле не являются новыми, а представляют повторное произведение от известного или ложное знание или расчеты, описанные знания, конструирование и т. п. Поэтому критерием эффективности научной деятельности может служить отношение затрат на получение истинно новых научных знаний к затратам на получение каких-либо знаний, но не представляющих собой истинно новые научные знания.

Как показали исследования американского ученого Д. Прайса, расходы на науку в США растут пропорционально квадрату числа ученых или четвертой степени числа ведущих ученых [3]. Так, например, если в США число ведущих ученых возрастет в 2 раза, расходы на науку увеличатся в $2^4 = 16$ раз, что тяжелым грузом ляжет на плечи налогоплательщиков. Из-за значительного роста затрат на науку возникает давление общественной среды, что приводит к некоторому «затуханию»

науки. Результаты исследования Д. Прайса показывают, что начальный экспоненциальный рост науки должен постепенно замедлиться, приближаясь к определенному пределу.

Важно уметь отличать действительно новое научное знание от повторного, являющегося производным от известного и вытекающего из него, и научиться каким-то образом измерять его.

После обработки большого фактического материала Д. Прайс обнаружил, что с имеющимся экспоненциальным ростом числа статей, книг, журналов, изобретений, открытий и, следовательно, экспоненциальным ростом расходов на исследования вообще, **прирост** истинно новых знаний составляет все меньшую и меньшую величину на затрачиваемую единицу средств, что можно рассматривать как энтропизацию науки. Этот процесс энтропизации или обесценивания науки происходит вследствие появления огромного количества второстепенных научных работ, которые не создают истинно нового знания.

Обнаружена также закономерность, показывающая, что экспоненциальный рост числа научных работников приводит к снижению их общей творческой производительности (по затраченным средствам) и приводит также к энтропизации науки, что, со своей стороны, тормозит развитие фундаментальной науки.

С другой стороны, наука с каждым годом все более **обезличивается**, так как растет количество коллективных трудов, скрывающих вклад каждого из соавторов.

Одновременно с этим существует некий **нижний предел** уровня научной отдачи, при переходе которого наступает быстрая деградация научного коллектива [3].

Вместо истинно нового научного знания мы часто имеем дело с различными, часто нужными, но не столь новыми знаниями, в том числе:

- **описательное знание** — которое не открывает ни новых явлений, ни новых закономерностей, ни новых объяснений. Известно, что у некоторых людей имеются энциклопедические знания, но они не способны порождать новые знания;
- **ложное или мнимое знание** — не соответствующее истине (мистика, суеверия и т. д.);
- **техническое знание** — расчеты, конструкции, методы и т. п. — полезное, но не создающее истинно нового научного знания.

Сегодня перед человечеством стоит вопрос преодоления «**социальной энтропии**», порождающей недопустимое социальное неравенство, антагонизм, терроризм и т. п.

В природе существует закономерность **баланса энтропии**. Стремление к нулевой энтропии или к полному порядку в природе и обществе бессмысленно — это недопустимо дорого. Поэтому надо

искать рациональное соотношение порядка и беспорядка и обеспечить баланс между ними. Позитивная человеческая деятельность и управление **антиэнтропийна**, так как стремится к большему порядку. Однако беспорядок или энтропия, как отрицательная сторона деятельности людей, не исчезает бесследно, а выбрасывается вовне или в другую систему, правда, она может вернуться обратно совершенно неожиданной стороной. Всегда при уменьшении энтропии в данной системе лишняя энтропия выделяется вовне, чем увеличивается энтропия внешнего мира (окружающей среды) и обеспечивается баланс энтропии системы. Таким образом, всегда существует **противоречие** между развитием общества и генерируемым им беспорядком на разных структурных уровнях, не только международном, но и внутригосударственном. Отметим, что энтропия равна мере беспорядка (хаоса), дезорганизованности только при постулате **равновероятности** событий. При **неравновероятности** событий энтропия равна **сумме мер** беспорядка и порядка. Современная модель энтропийного равновесия рассматривает круговорот природы, где соотношение частей и целого описывается по правилу «золотой пропорции», которое иногда называют законом гармонии природы [1–3]. Закон «золотой пропорции» работает при описании ряда общих свойств живой и неживой природы, общества, экономики. Равенство мер порядка и беспорядка определяет равновесие (круговорот) природы и общества.

Известно, что при развитии систем энтропия по одним параметрам системы **растет**, а по другим — **уменьшается**. Обычного перехода всей системы от беспорядка к порядку по всем параметрам не происходит.

Таким образом, происходит энтропизация или обесценивание результатов развития общества из-за нехватки необходимых для всего населения материальных и энергетических ресурсов на планете.

Нарушение на планете закономерности энтропийного равновесия и **энтропийные колебания** вызывают различные конфликты в обществе, войны, терроризм, экологические и экономические катаклизмы. Для уменьшения количества и напряженности конфликтов необходимо рациональное управление обществом путем сокращения амплитуды и частоты энтропийных колебаний на планете и в отдельных странах [3].

Важно учесть, что существует также системная закономерность, по которой процесс развития различных **сложных** объектов, событий или процессов **значительно опережает** процесс **осознания** (понимания) людьми этих событий, и поэтому люди даже с хорошим аналитическим умом не успевают осознать и понять происходящее и не всегда мо-



гут принять правильное решение. Именно этим можно частично объяснить неудачное течение процесса перестройки (1985–1990 гг.), когда властная элита, ученые, интеллигенция не смогли вовремя понять или осознать быстро протекающие процессы, что помешало принятию правильных политических и экономических решений, а не потому, что они хотели сделать хуже.

Для социальных систем необходимо **информационное опережение**, означающее, что **информационное взаимодействие** должно обязательно опережать решение политических, социально-экономических и других проблем. Так, единое информационное пространство должно опережать создание единого экономического и правового пространства, которое, в свою очередь, должно опережать принятие решений в разных политических и социальных сферах.

Запаздывание необходимой информации, как правило, приводит к отставанию в других сферах социальной деятельности, что и наблюдается сегодня.

В области информационного потребления существует закономерность **принудительного отчуждения и обобществления информации**, что объясняется как нежеланием субъектов добровольно отдавать свою информацию, так и необходимостью обобществления информации в интересах построения информационного общества и сохранения и развития единого информационного пространства.

В области производства информационных и коммуникационных продуктов и высокотехнологических компонентов и телекоммуникаций в мире можно считать, что условно США и Канада лидируют в производстве новых компьютеров и программных продуктов, Япония, страны Юго-Восточной Азии и Китай – в области поставки электронных компонентов компьютерной техники, а Западная Европа и Финляндия – в области телекоммуникации и сотовой радиосвязи.

Очевидно, что информационный сектор как новый перспективный сектор экономики и основа управления весьма привлекателен для России, где имеются развитая наука, образование и высокоинтеллектуальная армия специалистов, способных к конкуренции на мировом информационном рынке.

Сегодня в экономике не обнаружено четкой системной закономерности по зависимости между денежной массой и уровнем инфляции, между уровнем инфляции и экономическим спадом или подъемом экономики. Распространенное представление, что чем меньше денежной массы в обращении по сравнению с ВВП, тем меньше уровень инфляции, не соответствует действительности и иногда наблюдается даже обратное. Так, самое маленькое отношение денежной массы к ВВП в

восточноевропейских странах, в Румынии оно составляло 23,2 %, но при этом была самая высокая инфляция. Сегодня обнаружена лишь следующая закономерность – в более успешно реформируемых странах, где экономика в большей степени подконтрольна государству и правительству, инфляционные процессы и объемы денежных масс приводят к подъему экономики.

В природе существует весьма важная системная закономерность **обратимости** явлений, изображением которой является метод **трех полей и трех течений** [2, 3]. Например, в электродинамике эта закономерность позволяет из двух уже известных в электродинамике законов получить известные или совсем новые (неизвестные) законы. Если определенной комбинацией *I* и *II* явлений получается *III* явление ($I + II \rightarrow III$), тогда возможно и изменить варианты, например, комбинацией *I* и *III* явлений получим *II* явление ($I + III \rightarrow II$), а комбинация *II* + *III* явлений дают явление *I*. Закономерность обратимости явлений в электродинамике позволяет относительно простым способом устанавливать **ранее неизвестные законы** и наметить пути создания новых конструкций машин, механизмов и элементов систем, необходимых для различных областей науки и техники. Подробный анализ и синтез закономерностей обратимости явлений в электродинамике представлен в работе [2].

В природе существует также закономерность **обратимости двух явлений**, когда *I* явление вызывает *II*, и наоборот, *III* явление вызывает *I*, например, нагревание тела вызывает его свечение, и наоборот, свечение вызывает нагревание тела. Другой пример – лечение организма, основанное на самовнушении. Самоизлечение организма вследствие самовнушения происходит по причине запуска в организме необходимых биохимических процессов.

Закономерность **обратимости** двух явлений нередко работает в медицине, биологии и в других областях и позволяет принципиально по-новому решать многие проблемы [2, 3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Прангшвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности. – М.: СИНТЕГ, 2000.
2. Прангшвили И.В., Пащенко Ф.Ф., Бусыгин Б.П. Системные законы и закономерности в электродинамике, природе и обществе. – М.: Наука, 2001.
3. Прангшвили И.В. Энтропийный и другие системные закономерности и проблемы управления сложными системами. – М.: Наука, 2003.

☎ (095) 334-89-10

E-mail: iveri@ipu.rssi.ru

