

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД\*)

*С. П. Никаноров*

Под “системным анализом” в данной статье будет пониматься методология<sup>1</sup> решения комплексных проблем развития промышленности, транспорта, обороны, образования и других областей, а также проблем построения организаций, примеры изложения которой даны в [5] и [10].

Поскольку системный анализ в последнее время получил широкое распространение и не без основания считается эффективным средством решения проблем в ряде областей, представляет интерес обсуждение основ этой методологии.

В статье рассматривается процесс, породивший системный анализ как часть системного движения, излагается концептуальная схема<sup>2</sup> системного анализа, изучается структура концептуальной схемы и содержание некоторых входящих в нее понятий, обсуждаются операциональная роль подобных концептуальных схем и причины, делающие их “сильными” или “слабыми”, определяются некоторые перспективы развития системного анализа.

В ходе изложения рассматривается вопрос о значении вариантов системного подхода, понимаемого в смысле [2], для развития системного анализа и, соответственно, о значении опыта системного анализа для развития системного подхода.

### 1

Так называемое “системное движение” представляет собой, в конечном смысле, изучение и преобразование различных фрагментов “мира людей” на основе “системных представлений”.

Существуют два источника, порождающих современное системное движение, – практика промышленности, техники, экономики, отчасти социально-политическая практика, – и теория, главным образом биология, но также теория организаций, психология, лингвистика и некоторые другие области. Если иметь в виду степень влияния этих источников на развитие системного движения, как в его теоретических,

---

\*) Никаноров С. П. Системный анализ и системный подход. // Системные исследования: Сб. /Ин-т истории естествознания и техники. – М.: Наука, 1972. – С. 55–71.

<sup>1</sup> Термин “методология” мы используем не в общеполитическом смысле, а в более узком значении – как инструмент решения научных и практических проблем.

<sup>2</sup> Мы полагаем, что “концептуальная (или понятийная) схема”, “модель”, “способ понимания”, “метод мышления” и другие подобные термины – синонимы.

так и в прикладных аспектах, то придется признать, что практика является гораздо более существенным источником, чем теория.

Производственная система, потребляющая ресурсы отдельного фрагмента реальности и превращающая их в конечные продукты, развивается как экстенсивно, так и интенсивно. Для осуществления ее развития необходимо устанавливать связь между задачами и имеющимися и предполагаемыми возможностями развития системы, – т.е. принимать решения о развитии. Рост числа и взаимозависимости задач развития производственной системы, рост числа и взаимозависимости возможностей для решения задач развития увеличивают сложность определения направлений и этапов развития производственной системы.

Весь “мир человека” быстро усложняется. Его актуальные проблемы требуют все более широких решений, которые требуют все больше времени и труда для своего формирования и реализации. Это порождает необходимость прогнозирования состояния реальности на отдаленное время, что, в свою очередь, требует более глубокого понимания механизмов изменения реальности.

Одно из общих правил, управляющих изменениями, состоит в том, что при таких воздействиях на отдельный фрагмент реальности, интенсивность и качественное разнообразие которых значительно ниже того, что имеет место в собственных процессах этого фрагмента, последний выступает перед потребителем как аддитивный источник ресурсов. Связи фрагмента вскрываются только в том случае, если интенсивность и качественное разнообразие собственных процессов фрагмента и воздействия оказываются сравнимыми. Нелинейность – это явление, наблюдающееся после перехода границы между относительно суммативной и относительно целостной реакцией фрагмента на воздействие.

В настоящее время интенсивность использования ресурсов Природы, как неживой, так и живой, во многих ее частях становится сравнимой с интенсивностью собственных процессов Природы. Поэтому рассмотрение Природы как склада независимых ресурсов становится уже невозможным. Возникает необходимость в весьма сложных ее описаниях [7]. Точно так же оказывается невозможным в ряде случаев рассмотрение отдельных воздействий на природу как изолированных друг от друга. Хотя в направлении исследования Природы как сложной системы многое делается, у нас есть пока только частичные или весьма общие представления о структуре и интенсивности ее процессов. Рассмотрение неживой и живой Природы как целостной совокупности процессов стимулируется также необходимостью считаться с ее разрушительными силами.

Подобное же положение существует и в самой производственной системе. Ее отдельные части, которые ранее рассматривались как несвязанные, выступают теперь как зависящие друг от друга. Это происходит либо в результате того, что части оказываются

ограничивающими достижение одной и той же цели развития, либо они выступают как конкурентные потребители одинаковых ресурсов.

Организационные формы обеспечения действия и развития производственной системы всегда отстают от ее развития, но особенно значительным это отставание становится в настоящее время, когда для развития производственной системы широко используются результаты научных исследований. Указанное несоответствие организационных форм значительно осложняет управление развитием производственных систем. Дополнительным фактором, действующим в этом же направлении, является значительная рассеянность знаний о самой производственной системе, о задачах и возможностях ее развития.

Развитие производственной системы, в свою очередь, оказывает глубокое воздействие на всю систему социальных отношений, в которой в результате этого воздействия возникают и проявляются скрытые связи, ранее не принимавшиеся во внимание.

Нынешний подъем системного движения является отражением проблем, возникших в связи с резким увеличением интенсивности и широты воздействия общества на природу, бурным развитием промышленности, резким изменением системы социальных отношений. Не удивительно, что в этих новых условиях практика решения проблем развития в различных областях жизни общества постепенно выявила некоторые общие характерные элементы процесса решения проблем. Именно этим путем возник тот вариант методологии решения проблем, который мы здесь называем “системный анализ”.

Однако было бы неверно думать, что идеи, выдвигаемые системным движением, являются совершенно новыми. Определенная доля “системности” всегда присутствовала в мышлении и деятельности людей, иначе существование и развитие человеческих обществ было бы невозможно. Раскрывая книги XIX в. по технике, политэкономии и другим областям знания, мы обнаруживаем поразительное сходство рассуждений с теми, которые проводятся в системном анализе. Несомненно также, что существовали различные формы осознания системности. В этом смысле системное или несистемное мышление не является чертой какой-либо эпохи или периода развития, а, скорее, принадлежностью жизненной позиции отдельных слоев общества или отдельных лиц.

То, что отличает теперешний подъем системного движения от прошлых этапов развития системных взглядов, заключается в выяснении широкой общности относительно простых концептуальных схем, превращение этих схем в регулярно используемое в интересах практики методологическое средство, своеобразную “системную” культуру мышления.

## 2

Первоначальные описания системного анализа опирались на нечеткий концептуальный аппарат. Например, описание системного анализа, относящееся к середине 50-х годов [5], ведется со слабо оформленным концептуальным аппаратом. Только после того, как примеры и основные идеи методологии изложены, осторожно вводятся некоторые понятия концептуальной схемы. В дальнейшем требования унификации практики системного анализа, передачи опыта, а также необходимость осмыслить развивающуюся методологию привели к различным попыткам обобщения и, следовательно, к выработке более или менее ясных концептуальных схем. Часть этих обобщений послужила основой для инструкций, регламентирующих решение проблем в определенных областях, другая часть приняла характер последовательного изложения методологии системного анализа и практики ее применения с достаточно четко выделенной и используемой концептуальной схемой [10].

Системный анализ первоначально применялся для выбора отдельного изделия из совокупности функционально сходных изделий. Однако позже выяснилось, что такой выбор может осуществляться только в рамках более широких целей, где рассматриваемые изделия являются только подсистемами и только этапами развития. Таким образом, все большие части производственной или военной системы становились объектом изучения. Методология системного анализа постепенно становилась основой постоянно действующего механизма решения большой совокупности взаимосвязанных проблем.

Важнейшая функция системного анализа состояла в определении структуры связей между задачами и возможностями их решения. Открываемые структуры служили основой для выбора целей и средств их достижения. Методологическое средство системного анализа – его концептуальная схема – прежде всего направлено на выполнение этой функции. Выраженный в концептуальной схеме практический опыт после освоения становится основой действий лица или коллектива при решении проблем.

Следующие рассуждения помогают понять, какими факторами определялась концептуальная схема системного анализа. В центре этой методологии находится операция количественного сравнения альтернатив решений. Количественные оценки должны характеризовать сравниваемые равнокачественные альтернативы по величинам их эффективности и затрат для получения данного результата. Правильность количественных оценок зависит от того, насколько полно и правильно учтено все, от чего зависят эффективность и затраты. Так возникает идея выделения *“всех элементов, связанных с данной альтернативой”*, т.е. идея, которая на естественном языке выражается как *“всесторонний учет всех обстоятельств”*. Выделяемый этим

определением комплекс элементов и называется в системном анализе “полной системой”.

Но как выделить этот комплекс элементов, эту “систему”, как установить, входит ли данный элемент в данную альтернативу или нет? Единственным критерием может быть *участие данного элемента в процессе*, приводящем к появлению выходного результата данной альтернативы. Коль скоро это так, *понятие процесса оказывается центральным понятием системного анализа*, вокруг которого строится вся концептуальная схема.

Рассмотрим кратко концептуальную схему системного анализа, как она представлена в [10].

Система определяется заданием системных *объектов*, их *свойств* и *связей* между ними. Системные объекты – это *вход*, *процесс*, *выход*, а также *обратная связь* и *ограничение*. Входом называется то, что предшествует протеканию процесса. Можно также сказать, что вход есть *все то, что изменяется при протекании процесса*. Участие в процессе устанавливается по наличию изменения. Вход состоит из элементов входа. В некоторых случаях элементами входа являются “*рабочий вход*” (то, что “*обрабатывается*”) и *процессор* (то, что “*обрабатывает*”). Выходом называется результат или конечное состояние процесса. Процесс переводит вход в выход. Способность переводить данный вход в определенный выход называется свойством данного входа.

*Связь* определяет следование процессов, т.е., что выход некоторого процесса является входом некоторого другого определенного процесса. Всякий вход системы является выходом этой или другой системы, а всякий выход – входом. Выделить систему в реальном мире значит указать ее вход, процесс и выход.

Всякая система состоит из подсистем. Всякая система является подсистемой некоторой системы. Постулируется, что *любой реальный объект может быть описан в терминах системных объектов*, свойств и связей между ними.

Искусственные системы – это такие, элементы которых сделаны людьми, т.е. являются выходом сознательно организуемых процессов. Во всякой искусственной системе существуют три различных по своей роли подпроцесса: *основной процесс* преобразует вход в выход; *обратная связь* обеспечивает соответствие между фактическим и желаемым выходом путем изменения входа; *процесс ограничения* обеспечивает соответствие между выходом системы и требованиями к нему как входу в последующую систему, являющуюся потребителем этого входа.

В подсистеме обратной связи выполняется ряд операций: сравнивается выборка выхода с моделью выхода и выявляется их качественно-количественное различие, оценивается содержание и смысл различия, вырабатывается решение, вытекающее из различия, формируется процесс ввода решения (воздействия на вход). Процесс

ограничения возбуждается потребителем выхода системы, анализирующим ее выход. Этот процесс воздействует на выход системы, принимая или отвергая его, и на модель выхода системы. Модель выхода, отражающая ограничение, определяет цель (функцию) системы и принуждающие связи (качества функции), которые с помощью процесса ограничения согласовываются с целями потребителя.

*Проблемная ситуация* существует, если имеется различие между необходимым (желаемым) выходом и существующим выходом, которое может проявляться в симптомах. Существующий выход обеспечивается существующей системой. Желаемый выход обеспечивается желаемой системой. *Проблема* есть разница между существующей и желаемой системой. Проблема может заключаться в предотвращении уменьшения выхода или же в увеличении выхода. *Условие* проблемы представляет известное. *Требование* проблемы представляет желаемую систему. *Решение проблемы* есть система, заполняющая “промежуток” между существующей и желаемой системами. Решить проблему – значит сконструировать систему, которая вместе с измененной существующей системой составляет желаемую.

Процесс нахождения решения проблемы концентрируется вокруг итеративно выполняемых операций идентификации (выяснения) условия, цели и возможностей для решения проблемы. Результатом этих операций является описание условия, цели и возможностей в терминах системных объектов, т.е. в терминах структуры связей и подсистем. Если структура связей и подсистем условия, цели и возможностей данной проблемы известны, идентификация имеет характер определения количественных отношений, а проблема называется количественной. Если структура связей и подсистемы условия, цели и возможностей известны частично, идентификация имеет качественный характер, а проблема называется качественной или слабоструктуризованной.

Системный анализ *устанавливает принципиально необходимую номенклатуру функций решения проблемы*, которая состоит из обнаружения проблемы, оценки актуальности проблемы, определения ограничения (цели и принуждающих связей), определения критериев для измерения степени приближения решения проблемы к желаемому, анализа существующей системы, определения структуры возможностей для построения набора альтернатив, выбора альтернативы решения, обеспечения признания выбранному решению, принятия решения (принятия на себя формальной ответственности), реализации решения, определения результатов решения проблемы. Граница процесса решения проблемы определяется условиями, целью и возможностями его реализации.

Постулируя номенклатуру функций решения проблем, системный анализ дает средство для анализа и построения организаций. В частности, организации с иерархической структурой подчинения могут

быть преобразованы в организации, решающие проблемы, путем приписывания подразделениям функций решения проблемы.

Таковы, в самых общих чертах, основные представления системного анализа как методологии решения проблем.

### 3

Для того, чтобы понять методологическое содержание системного анализа и выделить тенденции его развития, необходимо вскрыть структуру его концептуальной схемы. В самом деле, если бы нам пришлось сравнивать между собой две разные методологии решения проблем, то у нас не было бы другого средства, кроме сравнения их концептуальных схем, т.е. сравнения номенклатуры понятий и отношений между ними.

Полезным средством для анализа структуры концептуальной схемы системного анализа оказывается понятия "*уровня описания*". Под уровнем описания мы будем понимать здесь такую группу понятий концептуальной схемы, которые связаны относительно изолированной структурой отношений и которые интерпретируются как целое. Если уровни описания, выделяемые в концептуальной схеме, находятся в таком отношении, что понятия одного уровня определяются через понятия другого, то будем говорить об иерархической структуре концептуальной схемы и, соответственно, о более низких (и, следовательно, общих) и более высоких уровнях описания.

Можно по-разному определять, что входит в концептуальную схему системного анализа и какова ее структура. Это зависит от того, какое изложение берется за основу, какова общая установка в оценке этой методологии и многих других обстоятельств. Мы здесь примем, что концептуальная схема системного анализа состоит из *двух* иерархических уровней описания и что второй уровень состоит из *двух сходных групп* описания.

Первый уровень определяет реальность как совокупность взаимосвязанных процессов. Он содержит понятия вход, процесс и выход, свойство, связь и структура. Процессное описание является фундаментом системного анализа. Однако этот уровень не постулирует каких-либо классов процессов и их структур, а только предоставляет средство для описания любых структур. Задача постулирования определенных классов процессов и их структур решается на втором уровне описания.

Второму уровню описания принадлежат две сходных группы понятий, которые устанавливают качественные отличия и отношения между процессами. Первая постулирует структуру "*системы с обратной связью и ограничением*". К ней принадлежат понятия (основной) процесс, обратная связь, ограничение, цель, принуждающая связь. Вторая постулирует структуру "*системы, решающей проблему*". К ней принадлежат понятия, описывающие функции решения проблем и их

взаимоотношения. Таким образом, сюда входят понятия проблемы, решения, модели выхода, проверки соответствия, модели воздействия, критерия решения проблемы и др.

Возможно, что для обеих групп может быть дано унифицированное описание.

Остановимся несколько более подробно на содержании некоторых понятий концептуальной схемы системного анализа и структуре уровней описания.

Большой теоретический и практический интерес представляет *анализ содержания понятий вход и выход*, а также всей концептуальной схемы первого уровня, составляющей ядро системного анализа. Можно полагать, что процессное описание для многих случаев должно опираться на абстрактную модель физического процесса. Такое предположение дает одну из возможных основ для анализа рассматриваемой концептуальной схемы.

Возможны *различные* истолкования понятий вход и выход. Если эти понятия толковать как временные сечения процессов, то получим концептуальную схему, содержащую только идею изменения. В таком аппарате начало процесса неотличимо от любого его временного момента. Если вход и выход трактовать как “не-процессы”, как предшествующий процессу и следующий за ним объекты, то возникает концептуальная схема, описывающая вход и выход как границы между процессами. Такая концептуальная схема содержит вневременное (пространственное) описание входа и выхода и временное описание (процесс) как равные. Наконец, может быть предложена концептуальная схема, когда вход и выход в отношении к данному процессу рассматриваются как не-процессы, а в отношении к другому процессу рассматриваются как процессы.

Перечисленные три варианта построения основного ядра концептуальной схемы системного анализа могут рассматриваться как последовательные стадии идеализации при построении абстрактной модели физического процесса. Релятивная схема имеет наименьшую степень идеализации, менее адекватна схема процессов с границами и, наконец, наиболее грубой является схема пространственно-временного описания. Такое описание широко применяется на практике при решении технических и других задач. Например, на таком языке описывается конструкция технических систем.

Большой интерес представляет построение объяснительной схемы, определяющей *номенклатуру элементов входа и выхода*. Можно отметить сходство между номенклатурой элементов входа искусственной системы и номенклатурой статей затрат бухгалтерского учета. Понятие “*капитал*”, как оно вводится, например, в [11], является перечнем тех элементов входа процесса производства, которые являются выходом из процессов “мира человека”.

Если отсутствует “*место*”, необходимое для протекания процесса, то, по определению, процесс идти не может. Таким образом, “место”,



свободная часть пространства, является элементом входа. Изучение этого вопроса показывает, что пространство (которое приписывается не-процессу в схеме процессов с границами) должно быть разделено на две части: *атрибутивное пространство*, необходимо связанное с остальными элементами входа, и *ресурсное* (или процессное) *пространство*, которое необходимо для прохождения процесса.

Аналогичным образом могут быть введены понятия *атрибутивного времени* процесса и *ресурсного времени* совокупности процессов. Как одна из возможностей не-феноменологического представления времени в этой концептуальной схеме должна быть отмечена возможность представления времени как элемента входа, представляющего внешнюю по отношению к данному процессу событийную конфигурацию. Это ведет к описанию систем в терминах изменения конфигурации событий, близость которых может измеряться в терминах меры выхода.

Понятие *энергии* в данной концептуальной схеме может быть введено феноменологически, приписыванием входу или процессу (этот путь может быть использован при построении так называемых информационных моделей объектов) некоторой величины. Однако существуют и другие возможности, например, определение энергии как *меры перехода входа в выход*. Этот путь заставляет совершенно иными глазами смотреть на понятие вход как средство выделения целостностей при анализе реального мира, его объектов и процессов.

Перейдем к обсуждению концептуальной схемы второго уровня. Как уже отмечалось, ее назначение заключается в постулировании специфических качеств и структур процессов. Концептуальная схема второго уровня определяет весьма ограниченную номенклатуру качественно различных процессов, а также весьма простую структуру их связей. Подход, который подобным образом позволяет постулировать структуру процессов, мы будем называть здесь "*функционализмом*".

Под *функцией* мы будем здесь понимать то общее, что есть у процессов с взаимозаменяемыми выходами (точнее, с целевыми элементами выходов) искусственных систем. Таким образом, процесс искусственной системы может быть описан указанием функции, которую он выполняет, и *метода*, который применяется для выполнения функции. По-видимому, можно полагать, что *номенклатура функций конечна*, и сами функции находятся в *иерархических отношениях друг с другом*. Принятие этого положения будет иметь далеко идущие последствия для формирования системной методологии и для ее приложений. *Составление полного перечня функций*, на наш взгляд, является *весьма актуальной задачей*. В качестве одного из исходных пунктов может быть использована изложенная раньше номенклатура функций решения проблем.

Другое направление, ведущее к существенному расширению сферы, охватываемой функциональным описанием, связано с использованием

понятия открытой системы [1]. Мы уже отмечали [8], что попытка использовать понятие открытой системы как методологического средства [10] имеет неконструктивный характер. Если бы она была успешной, то возник бы еще один фрагмент концептуальной схемы системного анализа. Если понятие открытой системы трактовать как сохранение конфигурации и свойств процессора, то выделяется *функциональная структура подсистемы поддержания*. Процесс роста, описываемый теорией открытых систем, также может быть представлен определенной функциональной структурой.

Между подсистемами основного процесса и процесса поддержания устанавливаются сложные отношения. Важнейшую сторону этих отношений мы выражаем принципом, гласящим, что *процессы поддержания (точнее, восстановления) процессора и основной процесс несовместимы во времени*. Этот постулат приводит к существенным изменениям в представлениях о том, как “устроены” системы. Его принятие означает необходимость отражать в концептуальной схеме циклическое функционирование подсистем системы и, следовательно, *предопределяет дискретную структуру поведения системы*.

Итак, процессное описание дает методологическое средство для вскрытия и построения структур процессов, функционализм постулирует как общие определенные виды структур. В случае относительно простых структур, например, при сравнении альтернатив технических систем, “разматывание” по ниточке процесса, определяемое первым уровнем концептуальной схемы системного анализа, будет эффективно. Если же структуры процессов сложны, динамичны и недостаточно определены, как в случае организаций, “разматывание” будет неэффективным. Определенный результат в этом случае может дать исследование реальной структуры на основе постулированной функциональной структуры, однако успех зависит от ее адекватности структуре реальных организаций.

#### 4

Практическая эффективность, важные эвристические свойства системного анализа, его глубокое влияние на организацию заставляют очень внимательно относиться к системному анализу как показательному примеру применения одной из разновидностей системной методологии. Необходимо отдать себе отчет в том, каким образом концептуальная схема, не содержащая и двух десятков понятий, может оказывать столь значительное влияние на практику? Понимание этого может быть весьма полезным как для применения системного анализа и его развития, так и для разработки других форм системной методологии решения проблем.

К сожалению, наши знания еще не позволяют дать полноценного ответа на этот вопрос. В литературе мало исследован вопрос о том, что такое “*концептуальная схема*”, каковы ее характеристики, что означает

для действия или поведения лиц или коллективов смена или освоение концептуальной схемы.

Изучение этих и подобных вопросов может помочь понять условия применения различных концептуальных схем. Может оказаться, например, что высокая эффективность избранных концептуальных схем является иллюзорной в одних условиях и реальной – в других. В определенных условиях логичность концептуальной схемы может приводить к усилению противоречий, а не решению проблем, хотя в других условиях эта же концептуальная схема окажется удовлетворительной.

Для обсуждения интересующих нас вопросов мы воспользуемся некоторыми понятиями, введенными в работе [13].

В этой работе вводится понятие “образа” – фактического знания отдельного лица, которое служит основой для его поведения. Образ, которым располагает отдельный человек, состоит из десяти частей: образа пространственного расположения вещей; образа временной последовательности изменений вещей; образа отношений между вещами – правил, управляющих Вселенной; образа самого себя и своего положения среди других предметов, лиц и организаций; образа ценностей, определяющего личное отношение ко всем элементам других частей образа; образа эмоционального отношения; сознаваемого, неосознанного и подсознательного аспектов образа; образа неопределенности элементов образа; образа реальности элементов образа; образа отношений других лиц к элементам образа.

Элементы природы, отображаемые образом, суть статические структуры, механические системы, гомеостатические системы, системы типа клетки, растения, животные, человек и организации. С каждой системой связано описание, которое может осуществляться с помощью различных концептуальных схем, классификация которых вообще совпадает с перечнем систем. Однако в настоящее время адекватные описания существуют только для первых двух типов систем, остальные описываются главным образом в терминах концептуальных схем статических структур и механики. В последнее время появляются кибернетические модели.

Изменение образа происходит только с помощью сообщения. Функции сообщения состоят только в изменении образа. Сообщение может производить в образе четыре вида изменений. Первый вид заключается в отсутствии изменений. Второй – в регулярных, имеющих характер дополнений, изменениях. Третий вид изменений – коренные изменения основных структур образа, приводящие к полному изменению всей его структуры. Отказ от веры – пример такого преобразования образа. Четвертый вид изменений – устранение неопределенностей в некоторых частях образа, или же, наоборот, создание неопределенности на месте ранее ясной структуры, если она подвергается сомнению. Смена геоцентрических представлений на гелиоцентрические означала не только изменение образа статических

структур, но имело также следствием падение веры, а вслед за ним возникновение неопределенностей на месте догматов о творении мира.

Таковы некоторые идеи работы [13]. Хотя некоторые из перечисленных положений этой работы вызывают возражения, ее концепцию можно использовать для объяснения эффектов, происходящих при освоении концептуальных схем, подобных системному анализу.

Следует отдавать отчет в том, что при отказе от геоцентрических представлений концептуальный аппарат, с помощью которого описывалось движение небесных тел, не изменился, а изменились только отношения, выражаемые тем же самым аппаратом понятий. Столь незначительные первичные изменения могут вызывать такие обширные и глубокие изменения образа только в том случае, если образ в целом имеет *порождающую, генетическую структуру*. Такая структура, как представляется, обеспечивает изменение многого при помощи относительно незначительного влияния. Иерархические модели мышления распространены в кибернетике. В структуре образа та или иная концептуальная схема играет роль элемента исходной генетической структуры.

Отношение отдельной концептуальной схемы к образу может быть также пояснено на примере аксиоматической теории. Совокупность термов теории может рассматриваться как концептуальный аппарат, совокупность аксиом – как концептуальная схема, а множество выводимых из них теорем – как образ, порождаемый этой концептуальной схемой.

Как мы отмечали в [8], всю область деятельности людей можно разбить на *сферу рутинных действий*, основанных на относительно фиксированных стереотипах поведения, которые не требуют их осмысления, и на *сферу решения проблем*, в которой результат может быть достигнут только благодаря улучшению понимания вещей. Рутинное поведение требует, как можно думать, в основном только использования образа статических и механических структур. Даже относительно сложные виды поведения, какие могут иметь место в научных исследованиях, могут быть основаны на традиции, а не на понимании.

Улучшение понимания, по крайней мере, отчасти, достигается изменением образа правил, дающих картину отношений между частями мира. Следует предполагать, что образ правил имеет иерархическую структуру. Успешное решение проблемы данного класса устанавливает рутинное поведение, воспроизводящееся в последующих сходных случаях. В дальнейшем при решении подобных проблем используются только образы статической и механической структур, хотя осознание может присутствовать. В случае сохранения осознания и в дальнейших актах проблемой является только то, что требует изменения на более высоких уровнях образа правил. “Видение” мира есть выражение

граничного уровня в образе правил, ниже которого индивид использует рутинные виды поведения.

Концептуальная схема системного анализа, особенно его ядро – процессное описание, производит радикальное изменение на относительно высоких уровнях образа правил. Нет необходимости объяснять, что в этом случае изменению подвергаются многие части образа. Это изменение имеет конструктивный, т.е. операционный, характер в тех частях образа, которые связаны с решением проблем. В частности, происходят существенные изменения в образах реальности и неопределенности остальных частей образа: многие структуры переносятся в разряд тех, которые нуждаются в пересмотре. Взаимодействие между индивидами, овладевшими этим способом мышления, происходит без затруднений. При взаимодействии с индивидами, не овладевшими таким способом мышления, возникают чрезвычайно сложные формы индивидуального и парного поведения.

Характерными являются также два эффекта освоения концептуальной схемы: длительное не критическое использование вновь освоенной концептуальной схемы; стремление использовать только что освоенную концептуальную схему. В первом случае новые структуры частей образа вначале закрепляются как определенные и реальные. Изменения определенности и реальности происходят на более поздних стадиях освоения концептуальной схемы, когда создается неопределенность, вызываемая новой концептуальной схемой на более высоких уровнях образа правил. При этом возникает более осторожное использование концептуальной схемы. Она уже не отождествляется с реальностью, а рассматривается как один из возможных инструментов изучения реального мира.

Большой интерес представляет оценка изменений образа при освоении той или иной концептуальной схемы. Такие оценки могут служить основой для сравнения концептуальных схем.

Первая характеристика такого сорта есть *осваиваемость концептуальной схемы*. Очевидно, что осваиваемость не может быть определена вне характеристик образа, которым располагает данный индивид. Тип мышления консервативный, стремящийся сохранить все элементы образа, будет давать низкую осваиваемость. Противоположный тип мышления, нормой поведения которого является “примеривание” различных концептуальных схем, их сравнение, отбор и использование, будет давать высокую осваиваемость.

Вместе с тем осваиваемость зависит от того, сколь легко осуществляется интерпретация понятий концептуальной схемы, насколько обширны изменения, которые должны произойти в образе, а также от объема концептуальной схемы и других, не менее важных условий.

Другая характеристика может быть названа *практической эффективностью концептуальной схемы*. Видимо, возможны такие случаи, когда, несмотря на большие изменения в образе, операционное

содержание поведения меняется мало. Поэтому практическая эффективность концептуальной схемы не может характеризоваться только общим объемом изменений, происходящих в образе. Только влияние на ту его часть, которая действительно определяет тип поведения и которая может быть названа *операционной структурой*, определяет практическую эффективность новой концептуальной схемы.

Практическая ценность концептуальной схемы системного анализа определяется адекватностью определяемого этой схемой типа поведения текущим потребностям общественного развития – необходимостью во все большей степени учитывать многочисленные связи процессов. Относительно легкое освоение этой концептуальной схемы также способствует увеличению ее ценности. Расчленение схемы на ряд последовательных уровней позволяет осуществлять последовательное осмысление его положений. Процессное описание расчищает путь для функционализма. Мощност концептуальной схемы возрастает благодаря постулированию функциональных структур, в особенности функций решения проблем.

## 5

Рассматривая перспективы развития системного анализа в современных условиях, мы можем различить два основных направления, реализация которых зависит от характера целостности общественной организации.

Одно направление, назовем его условно полуэмпирическим, рисует будущее системного анализа как *массовую деятельность людей*, основанную на процессном понимании реального мира и использовании относительно слабых функциональных структур, по построению или перестройке организаций и, следовательно, по решению проблем. Представляет большой интерес изучение предельных состояний, к которым может привести это направление развития. Заведомо ясно, что организации и их деятельность могут быть значительно улучшены в рамках этого направления. Полуэмпирическое направление может также явиться средством для решения труднейшей проблемы *“маленького шага в правильном направлении”* при совершенствовании организации. Однако, поскольку это направление не может выразить и, следовательно, контролировать сложные отношения между процессами организации (из-за слабости функциональных структур), остается значительная сфера *не концептуального* понимания и деятельности.

Собственно процессное описание поможет выделить *ряд типов целостностей*. Примерами одного типа, который мы назовем “линейными целостностями”, могут быть:

- целевые целостности, т.е. полные совокупности процессов, обеспечивающих достижение определенной цели;

- ресурсные целостности: совокупности ресурсов, которые выступают как потенциально возможные элементы входа данной группы процессов;
- зоны влияния научных открытий: совокупности процессов, выступающих как потенциально изменяющиеся при реализации данного открытия.

Процессное описание даст также возможность выделить целостности другого типа, которые мы здесь назовем “кольцевыми целостностями”. Такого вида целостности возникают всякий раз, когда элемент выхода некоторой системы непременно является элементом ее входа (например, вторичное использование материалов).

Практическое значение выделения этих типов целостностей и приведения организаций в соответствие с их структурой будет весьма значительным. Изменение способа мышления, обуславливающее эти улучшения, до некоторого пункта развития методологии решения проблем является альтернативой построению мощных формальных систем, интегрирующих знания и деятельность.

Насколько эффективным может быть подход, опирающийся на сравнительно слабые формы функционализма, показывает пример перестройки организации, приведенный в [17]. Несомненно, что наряду с процессным описанием слабые формы функционализма окажут существенное влияние на организацию и практику решения проблем.

Второе направление связано с дальнейшим развитием функционализма. Важнейшей задачей здесь является построение *абсолютной номенклатуры функций*, т.е. типов качественно различных процессов. В настоящее время уже достигнуты определенные успехи в использовании некоторых простых форм функционализма (помимо того, что содержится в системном анализе). Примерами могут служить “функциональный анализ конструкции” [16], морфологический анализ [15]. Как далеко идут возможности функционализма, показывает попытка постулирования функций материалов [6].

Ближайшими задачами функционализма, как нам кажется, является постулирование структуры открытой системы, создание операционной модели теории, модели технической системы и других подобных моделей.

На очереди также создание третьего уровня концептуальной схемы системного анализа, который постулирует *классы переходов структур*. На основе такой концептуальной схемы станет возможным анализ различных форм самоорганизации. Характерным примером этого аспекта развития системного анализа является работа [14]. Видимо, постулатов этого уровня будет достаточно, чтобы объяснить явления *специализации* и *кооперирования*. Однако достаточно ли этого уровня для описания всех явлений развития, пока не ясно.

На более высоких уровнях второго направления находится постулирование структуры огромных масштабов и сложности. Здесь, собственно, проходит *граница системного анализа как конкретно-*

*исторического явления*, за которой начинается область, для которой еще нет названия.

Обширные структуры могут развиваться из относительно слабых концептуальных схем или же сразу иметь в основе мощные концептуальные схемы. Примеры таких построений существовали задолго до появления системного анализа. Например, для объяснения организаций школой “социальных систем” (см. в [3]) была использована обширная концептуальная схема, которая в значительной своей части опиралась на процессное представление организации. Проблемы построения организаций и моделей организаций на основе подобных подходов рассмотрены в [12]. Имитационные модели организаций, включающие большое количество переменных, построены и применены для решения практических проблем.

Как нам представляется, такие направления, которые стремятся сразу постулировать широкую концептуальную схему, как это видно особенно ярко из работы [12], находятся сейчас в *методологическом кризисе*. Присущее таким направлениям стремление к конструированию, удержанию, изменению больших структур с целью их отработки, а также их идентификации с реальными объектами, методологически не обеспечено.

Более перспективным представляется развитие обширных структур на основе “*генетического метода*” [9]. Этот метод основан на гипотезе, утверждающей, что существует конечная номенклатура фундаментальных функциональных структур. Многоаспектное объединение и последовательное развертывание этих структур позволяет порождать структуры любого масштаба и сложности. Однако контроль за этими структурами и управление ими оказываются возможными благодаря их “генетической” конструкции. Мы упоминаем здесь об этом только для того, чтобы оттенить границу операциональной роли системного анализа.

Значение первого (выделение процессных целостностей) и второго (функционализм) направлений развития системного анализа для практики зависит от характера целостности социального объекта, по отношению к которому применяется системный анализ. *При относительно низкой целостности* большую роль играют более слабые формы системного анализа, а применение более сильных форм наталкивается на большие организационные трудности. *При высоких уровнях целостности*, когда существующая организация уже ориентирована на анализ проблем целого, но пользуется слабыми методами, более перспективным является применение сильных форм функционализма или упоминавшихся мощных методов, находящихся за границами системного анализа, как такового. Возможно, что слабые формы системного анализа вообще не будут приживаться в условиях высокого уровня целостности. Только скачкообразное, глубокое, качественное изменение окажется в этих условиях жизненным.



## Литература

1. Берталанфи Л, фон. Общая теория систем – критический обзор. // “Исследования по общей теории систем”. М., 1969.
2. Блауберг И.В., Садовский В.Н., Юдин Э.Г. Системный подход: предпосылки, проблемы, трудности. М., 1969.
3. Гвишиани Д.М. Организация и управление. Социологический анализ буржуазных теорий. М., 1970.
4. Заде Л. Понятие состояния в теории систем. // “Общая теория систем”. М., 1966.
5. Квейд Э. Анализ сложных систем. М., 1969 (оригинал – 1955).
6. Кузнецов П.Г., Стахеев Ю.И. Термодинамические аспекты труда как отношения человека к природе. // “Природа и общество”. М., 1968.
7. Ляпунов А.А. О рассмотрении биологии с позиций изучения живой природы как большой системы. // “Проблемы методологии системного исследования”. М., 1970.
8. Никаноров С.П. Системный анализ: этап развития методологии решения проблем в США. // С. Л. Оптнер. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. М., 1969.
9. Никаноров С.П. Генетический подход к разработке систем управления. “II Всесоюзная конференция по технической кибернетике, 21-23.X.1969, Минск. Сборник тезисов НТОРЭС им. А.С. Попова”. М., 1969.
10. Оптнер С.Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. М., 1969.
11. Чернышевский Н.Г. Основания политической экономии Д. С. Милля. СПб., 1909.
12. “Approaches to Organizational Design”. Pittsburgh, 1966.
13. Boulding K. The Image. N.Y., 1966.
14. Mesarovic M.D. Multilevel Systems and Concepts in Process Control. “Proc. of the IEEE”, 1970, v. 58, 1 1.
15. “New Methods of Thought and Procedure”. Berlin, 1967.
16. Value Engineering in Manufacturing”. Englewood, 1967.
17. Young S. Management: A Systems Analysis. Glenview, Ill., 1966.

