

Методологические проблемы системного анализа

Подход к определению метасистемы как системы

Ю. И. Рогозов

Аннотация. Определяется метасистема не как объект, а как деятельность (действие) по созданию объекта. Деятельность представляется в виде совокупности взаимодействующих конфигурируемых структур процедур как действий. Взаимосвязь процедур реализуется через взаимопроникновение механизмов процедур. Динамическая структура деятельности является метасистемой, которая порождает с помощью метауправления деятельности со статической структурой.

Ключевые слова: метасистема как деятельность, действие, процедуры, конфигурирование, метауправление, динамическая и статическая структуры.

Введение

Понятие системы — это не просто концепция, это мировоззрение, которое позволяет нам понять, как исследовать природу реальности. Наше видение понятия системы отражается на всем, что мы делаем, как и о чем думаем. За определением системы мы как бы «видим» объект, который соответствует этому определению.

Как показывает история, за каждым таким определением системы следует эпоха развития науки и технологий. В настоящее время эпоха машин, которая основывалась на «естественно-научном» или «натуралистическом» описании, сменяется эпохой систем [1]. С другой стороны, практика и теория развития систем постоянно вносят свои коррективы, проверяют на «прочность» и правильность эти определения. Одни определения прочно вошли в сознание ученых, реализация других вызывает затруднение и множество вопросов, на которые следует искать ответы. Но при всем множестве понятий и определений системы, не сформировано понятие метасистемы. Введение такого понятия позволит нам по новому взглянуть на процесс создания систем, разрабатывать практические механизмы их реализации.

По нашему мнению наступил момент, когда есть необходимость провести анализ существующих понятий системы, выявить направление их развития и основные проблемы формирования целостного, единого понятия системы. После того, как будут сформулированы проблемы, необходимо найти в науке и практике тенденции развития системных исследований и на их основе предложить свои средства решения этих проблем. Анализ таких средств и тенденций позволит сформулировать понятие метасистемы, которое по нашему мнению даст возможность открыть новые научные направления в различных сферах человеческой деятельности.

1. Анализ понятия системы

Поскольку конкретное употребление термина связано с конкретной ситуацией описания объектов исследования как системы и целью их использования, существует множество определений системы. Автор каждого из приведенных ниже определений «системы» работал с некоторым классом объектов и получил свое содержание понятия «система». Нашу задачу мы видим не в том, чтобы отбросить работу других, а в том, чтобы использовать ее, вы-

явив тенденции развития результатов этой работы для формирования понятия метасистемы. Решение поставленной задачи предполагает анализ типовых случаев употребления этого термина и выделение общих для всех этих случаев признаков. Для этого, рассмотрим эти определения по мере их изменения и добавления в них новых признаков, тем самым попытаемся сформулировать тенденции развития понятия системы и понять что лежит в основании этого определения.

Система (от др.-греч. *συστήμα* — целое, составленное из частей; соединение) — множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определенную целостность, единство [3]. Это определение является натуралистическим, вещевым, так как его часто отождествляют с понятием вещи. Система — совокупность элементов, находящихся в определенных отношениях друг с другом и со средой [2]. Определение подчеркивает, что система не может рассматриваться без учета влияния среды. Следующее определение: система — конечное множество функциональных элементов и отношений между ними, выделенное из среды в соответствии с определенной целью в рамках определенного временного интервала [18]. В данном определении явным образом присутствует понятие «среда», однако при описании системы не учитывается способ выделения системы из среды, а ее влияние на системы, в дальнейшем рассматривается лишь как набор воздействий на систему. Такой конструктивный подход не может являться полным, так как не описывает способ выделения системы из среды, которая неизбежно накладывает отпечаток на понимание системы. Представление среды как метасистемы может решить это противоречие, расширяя существующие конструктивные определения системы. А. Уилсон и М. Уилсон слово «система» используют для обозначения, по меньшей мере, двух различных понятий: 1) регулярного, или упорядоченного, устройства, состоящего из элементов или частей, взаимосвязанных и действующих как одно целое; 2) совокупности, или группы элементов (частей), необходимых для выполнения некоторой операции. Особенностью этого определения является то, что система рассматривается как устройство, части которого выполняют некоторые операции [26]. В. Н. Садовский [19] считает, что, отправляясь от целостного характера систем, можно определить понятие системы через следующие признаки: 1) система представляет собой целостный комплекс взаимосвязанных элементов; 2) она образует особое единство со средой; 3) обычно исследуемая система представляет собой элемент системы более высокого порядка; 4)

элементы любой исследуемой системы в свою очередь обычно выступают как системы более низкого порядка. Что касается третьего и четвертого пунктов, то из них следует, что каждый элемент системы есть тоже система. Тогда возникает вполне резонный вопрос о том, каков механизм представления элемента в виде системы?

Ответ на поставленный вопрос можно попытаться найти в определении, данном М. Месаровичем [8]. Неявное (синтаксическое) определение абстрактной системы он формулирует как некоторое множество высказываний, определяющих исходный вид формальных объектов. Эти высказывания используются для построения новых, производных объектов. Здесь теоретико-множественная трактовка отношений приводит к отождествлению отношений с предметами. Каждый объект может рассматриваться как подмножество объектов. Значит, каждый объект есть система по определению. Р. Акофф [1, с. 405] определяет систему как «множество действий (функций), связанных во времени и пространстве множеством практических задач по принятию решений и оценке, т. е. задачу управления». Данное определение интересно тем, что оно определяет систему не как что-то статичное, а как динамический набор пространственно-распределенных действий, результатом каждого из которых является решение определенной задачи. Согласно этому определению система не существительное (не есть что-то статичное), а глагол (набор действий). Возможно, реализация этого определения может быть сформулирована в процессном подходе решения проблем.

А. Д. Урсул [27, с. 94, 97]: «Система — это разнообразие отношений и связей элементов множества, составляющее целостное единство». «Под системой имеет смысл понимать организационное множество, образующее целостное единство».

По мнению В. Н. Садовского, Р. Кершнер и Дреник дают следующие определения системы [19, с. 93, 94]: «Система — собрание сущностей или вещей, одушевленных или неодушевленных, которое воспринимает некоторые входы и действует согласно им для производства некоторых выходов, преследуя при этом цель максимизации определенных функций входов и выходов». «Система в современном языке есть устройство, которое принимает один или более входов и генерирует один или более выходов». Определения Р. Кершнера и Дреника по характеру своему кибернетические, но также как и С. Сентгупта и Р. Акофф, они рассматривают систему как что-то динамическое, генерирующее. При этом, что система генерирует на выходе, авторы не указывают. Если предложить определить систему как набор

действий, в результате которых мы получаем что-то, то возникает очередной вопрос, а что система генерирует и что объединяет действие в целое (систему).

Ответ на второй вопрос, очевидно, дает В. Ф. Турчин. В своей монографии «Феномен науки» [24, Приложение] он дает следующее определение: «...Когда некоторое число систем интегрируются в единое целое с возникновением нового уровня управления (метауправления), мы говорим, что имеет место метасистемный переход. Новая система есть метасистема по отношению к старым». Из этого определения следует, что метасистема (целое) есть набор частей (систем), которые объединяются с помощью метауправления (нового уровня управления). Механизм реализации метауправления в работе не называется.

Все приведенные определения связывает одно — каждое из них формируется с точки зрения **специфики тех типов объектов**, на которые направлена деятельность исследователя или проектировщика. Но ведь мы все хорошо понимаем, что нам необходимо сформировать понятие метасистемы, выходящее за рамки отдельных типов объектов исследования. Необходимо абстрагироваться, попытаться уйти от конкретных типов объектов и их определений как системы, найти отличительные признаки, характеризующие понятие метасистемы, из которого было бы возможно получить, как частный случай, системы, подпадающие под приведенные(ое) выше «объектное» понятия(е) системы.

Из рассмотренных понятий системы можно выделить следующие отличительные признаки, которые следует расположить в предлагаемой логической последовательности: система это совокупность частей и отношений между ними, выделенных из среды; система это не существительное (не что-то статичное), а глагол (динамическое); части системы — это действия; части (элементы) системы (действия) — это тоже система (набор действий и их отношения); новая система, объединяющая в себе системы (части, действия) с помощью метауправления есть метасистема; система это устройство, которое генерирует что-то на своем выходе. Абстрагируя указанные отличительные признаки, сформулируем «объектное» понятие метасистемы как объекта порождающего системы.

Метасистема — есть совокупность вложенных друг в друга действий (частей), обособленных из среды и порождающих (генерирующих) под воздействием метауправления взаимодействующие части системы [14].

Поскольку взаимодействующие части системы есть система, то можно считать, что метасистема

есть система, которая порождает, генерирует с помощью метауправления (действий) систему.

Особенность этого определения заключается в том, что оно отражает основные тенденции в развитии понятия системы, которые заключаются в следующих положениях: метасистема не «существительное» (не нечто статичное), а «глагол» (динамическое) — это действия реализации системы. Каждая часть метасистемы это определенный набор действий, из множества образующих метасистему действий, с помощью которых мы можем получить требуемую систему. Динамическое представление системы является глаголом и не имеет последовательности выполнения процедур. Ее можно рассматривать как целое — метасистему действий реализации конкретных систем в конкретной предметной области, удовлетворяющую требованиям участников процессов. Каждая ее часть это определенный набор действий, из множества образующих метасистему действий, с помощью которых можем получить требуемую систему. Из «объектного» определения метасистемы отражающего тенденцию развития понятия системы следует, что нужно знать **не описание** того, как функционирует метасистема, а **механизм** ее реализации, позволяющий получить из нее систему. Последнее является главным результатом, который следует из «объектного» определения понятия метасистемы, развитие которого предлагается ниже.

Кроме того, в предлагаемом понятии метасистемы также как и в известных определениях системы, есть понятия, обеспечивающие целостность метасистемы. К таким понятиям относятся: взаимодействие, действие, вложенность действий, порождение, элементы или части системы как действия. Проблема реализации этих понятий актуальна и не решена до сих пор. В свое время ее сформулировал Г. Э. Юдин [33, с. 185, 186] следующим образом: «Несмотря на многовековую историю понятия целостности, в настоящее время вряд ли можно говорить о наличии развернутой системы средств, позволяющих содержательно выразить целостность как существенную характеристику определенного класса объектов и сделать понятие целостности операциональным... В системе, представляющей собой органичное целое, элемент и определяется прежде всего по его функции: как минимальная единица, способная к относительно самостоятельному осуществлению определенной функции. С такой функциональной характеристикой связано представление об активности элемента в системе, причем этой активности нередко придается решающее значение (мы отмечали это при анализе системной концепции О. Ланге — см. гл. III, § 3). Нельзя, однако, не заметить, что это порождает па-

радоксальную ситуацию, поскольку объяснение активности вообще-то предполагает поиск какого-то ее источника внутри элемента, а это значит, что мы должны отказаться от представления об элементарности элемента. В практике исследований это обычно не создает принципиальных трудностей в силу конвенциональности понятия элемента. Однако фактически здесь, конечно, налицо серьезная гносеологическая и методологическая проблема, которая, видимо, должна решаться путем образования последовательного ряда системных представлений об одном и том же объекте с фиксированными способами перехода от одного представления к другому, т. е. за счет построения особого конфигуратора (особого в смысле иерархической связи образующих его системных представлений)». Из текста следует, что элемент или часть системы должна быть активна (например, представлена в виде действия) и необходимо найти способ представления ее в виде активности.

Однако, сама трактовка понятия метасистемы, ориентированного на объекты исследования, является в принципе неверной [31], ибо исследователь никогда не имеет дело с объектами, как таковыми, а всегда имеет дело только со средствами исследования. Попытка найти общие признаки в понятиях описывающих объект как систему является тупиковой, так как всегда можно найти объект, описание которого как системы будет иметь отличительные признаки, не содержащиеся в сформированном понятии. Множество типов объектов приведет к появлению множества отличительных признаков, что будет приводить к постоянному изменению понятий системы и метасистемы.

Для решения данных проблем необходимо выйти на более высокий уровень абстракции и попытаться выявить и описать из разных областей инженерии и науки (выделить из среды) системные средства, которые позволят выработать абстрактное понятие метасистемы не ориентированное на типы объектов исследования. Целью процесса выделения понятия метасистемы из среды является попытка уйти от объектной ориентации при формировании понятия системы. Это есть попытка найти в теории и практике обобщающие понятия, которые выходят за рамки конкретных типов объектов. Чтобы абстрагироваться, перейти на более высокий уровень развития понятия метасистемы как действия, необходимо рассмотреть более детально структуру понятия системы как действия: «Вообще-то с точки зрения эволюции уровень конкретизации и „детализации“ растет при переходе на следующую ступень развития: степень обобщения в квантовой механике выше, чем в химии и биологии» [12, с. 8].

Общеизвестно, что переход на уровень понятия системы связан с переходом от «натуралистического» или «вещевого», объектного мировоззрения к системному, что равнозначно переходу к абстрактному, понятийному описанию окружающего нас мира. Весь окружающий нас мир мы описываем с помощью понятий, в том числе и понятие системы. Поэтому выделение системы из среды равнозначно выделению из среды понятий, с помощью которых можно формально описать метасистему как объект исследования. Но необходимо не просто выделить, нужна организованность этих понятий в стройную систему их взаимосвязей. Для подтверждения сказанного хотелось бы привести высказывание В. Ф. Турчина [24, гл. 14]: «...необходимо чтобы язык естественных наук и техники был бы полностью формализован, тогда совокупность человеческих знаний предстанет в виде стройной системы...».

Перейдя на системный уровень, необходимо строить абстрактные системы с помощью понятий, с последующей их формализацией и реализацией. Формализация невозможна без разработки и более детального рассмотрения механизма реализации приведенных понятий, причем в механизме не должны быть утеряны свойства реальных объектов. Отметим еще одну особенность: поскольку каждая часть системы есть понятие, а часть есть действие, то любое понятие в определении системы или метасистемы есть действие, имеющее свой механизм его реализации.

Нам нужно из среды выделить и сформировать понятия, которые позволят абстрагироваться от объектного представления понятий системы и перейти к пониманию метасистемы как действия, имеющего механизм реализации. Задача формализации научного языка — это семантическая задача, задача выработки новых понятий, подобная формализации и аксиоматизации, происшедшей в математике [24].

2. Тенденции в теории

Забегая чуть вперед, давайте представим образ метасистемы. А что собственно, по сути, должна представлять собой метасистема? Определимся, какой продукт должна создать метасистема, или, иначе говоря, что может и должно быть «на ее выходе» и из чего она должна состоять, чем определяется ее структура как действия (глагола)?

По мнению В. Н. Борисова, метасистему можно представить как преобразователь информации об объекте исследования в модель его функционирования [4, с. 12]: «Но в чисто кибернетическом

плане познание представляется как процесс получения, передачи и преобразования информации, подчиняющийся определенным количественным закономерностям». Можно сказать, что содержательный характер познания есть совокупность аспектных систем знаний (СЗ) как действий для получения и преобразования информации о предмете исследования в модель его функционирования *как деятельности*, а метасистема есть средство — совокупность аспектных СЗ (*деятельность* как набор вложенных друг в друга действий с *динамической структурой*), которые преобразовывают данные (понятия) о предмете исследования в модель функционирования системы (действие — *деятельность со статической структурой* — системы). Из этого следует то, что при переходе на системный уровень абстракции исследователь имеет дело не с объектом, в том числе не с системой как объектом, а только со средствами исследования — моделями, методами и методиками, то есть определенной системой знаний.

Тогда конкретная метасистема есть *модель* познавательной *деятельности* по созданию определенного типа систем как объекта исследования, состоящая из совокупности взаимодействующих СЗ (например, методов как действий, так как каждое действие имеет свой метод его выполнения, то взаимопроникновение действий есть взаимопроникновение СЗ, например методов), что соответствует данному выше «объектному» определению метасистемы как совокупности вложенных друг в друга действий (частей, элементов, активностей) и определению, что каждое понятие есть действие. *При этом модель исследуемого объекта (системы) как результата деятельности метасистемы не рассматривается отдельно от модели деятельности, она есть часть целого — модели деятельности.* Деятельность и результат этой деятельности неразделимы. В этом суть взаимосвязи и реализации системности. Модель системы как деятельности со статической структурой по построению модели предмета исследования можно получить, конфигурируя модель деятельности с динамической структурой (метасистему) по созданию систем. Данное системное определение метасистемы ориентировано на деятельность как на познавательное средство создания систем.

С практической точки зрения целостная метасистема есть преобразователь, состоящий из множества управляемых (конфигурируемых) динамических механизмов (действий) познавательных процессов, которые необходимо научиться строить и соединять с помощью динамических отношений между собой по сформированным правилам (метауправление). Аспектные СЗ как средства преобразования есть механизмы с динамической структурой, кото-

рые можно перевести в СЗ со статической структурой, путем настройки — фиксации (конфигурирования), определения структуры связей между характеристиками механизмов с динамической структурой познавательной деятельности и отношений между ними. Данное определение метасистемы идеологически совпадает с определением системы Bela Bapath [34]: «В самом общем смысле система означает конфигурацию частей соединенных и присоединенных вместе (друг к другу) посредством сети отношений». Под частями предлагаем понимать аспектные СЗ как механизмы действия, которые порождают эти части. Это совпадает также с точкой зрения Г. П. Щедровицкого [32, с. 1] о том, что «Фундаментальный методологический принцип (а в отношении к реальным объектам он является гипотезой), что системы такого рода, как деятельность вообще, речь-язык, мысль-мышление, проектирование и т. п., не просто изменяются с течением времени, а разворачиваются или развиваются предъявляет очень жесткие требования к способам анализа и описания этих систем. Заявив, к примеру, что „проектирование“ — развивающийся объект, мы берем на себя обязательство **представить его либо в виде самостоятельно развивающегося целого, либо в виде меняющегося элемента развивающегося целого, либо, наконец, в виде искусственно разворачиваемой организованности какого-то целого, а это каждый раз означает — построить такие модели объекта и так задать предмет изучения в целом, чтобы „проектирование“ действительно представало как разворачивающееся или развивающееся целое.**»

Проводя аналогию, можно считать, что аспектные системы знаний как механизмы с динамической структурой есть части общей метасистемы, которые путем конфигурирования — настройки (**в виде искусственно разворачиваемой организованности какого-то... развивающегося целого**) аспектных систем знаний, преобразуются (структурируются) в части как механизмы со статической структурой — в части конкретной системы как действия. Для метасистемы с динамической структурой, структура связей между ее частями не определена. Необходимо научиться строить, с помощью метауправления, как механизмы с динамической структурой аспектных СЗ, так и правила их преобразования в механизмы со статической структурой и преобразовывать динамические отношения в статические. Статическая структура деятельности как действия обладает фиксированной структурой связей между частями.

Для создания структур и механизмов преобразования информации о предмете исследования в модель его функционирования как деятельности — метасистемы как совокупности взаимосвязанных ме-

ханизмов аспектных СЗ, нам необходимо рассмотреть содержательный характер (физический смысл и структуру) деятельности.

Так как деятельность как метасистему мы определяем как совокупность взаимосвязанных действий, то разделяя совокупности действий по группам, мы можем представлять структуру деятельности в виде взаимосвязанных структурных элементов — процедур, которые по определению являются взаимосвязанной последовательностью действий. Процедура как взаимосвязанная последовательность действий, есть тоже деятельность и движение. Тогда структура, изображающая процесс создания деятельности, есть *совокупность взаимосвязанных процедур (активностей) в которую результат этой деятельности вложен*. Можно сказать, что взаимодействие процедур есть динамическая модель деятельности, изображающая процесс создания статической деятельности как действия. Состав процедур и методы их взаимодействия определяются подходом (аналитический, системный и т. д.) к построению систем как деятельности и общей структурой метасистемы как системы. Метауправление определяет правила построения структуры деятельности в виде взаимодействующих процедур. Подход к построению деятельности определяется тем, какие виды процедур используются для построения структуры системы как действия и деятельности. Именно структуры процедур и механизмов должны быть раскрыты, увидены, если мы хотим выявить объективное содержание и модель понятия системы. Онтологическая картина, как уже говорили выше, снимает, свертывает в себе все те процедуры, которые применяем к элементам, воспроизводящие объекты в виде систем [30, с. 1]. Анализ онтологических описаний процедур, в совокупности с анализом существующих тенденций в науке и практике, позволит найти такие системные свойства и сформулировать состав структуры и описание процедур и механизмов их реализации для предлагаемого понятия метасистемы. Именно от выбора или *создания требуемых типов процедур* зависит представление деятельности как действия.

Целостность метасистемы как системы, как будет показано ниже, будет обеспечиваться путем выбора взаимопроникающих типов процедур как действий. Так как каждая процедура есть действие, имеющее свой метод построения, то необходимо выбирать такие методы построения процедур, механизмы реализации которых позволяли бы взаимопроникать им друг в друга. В этом случае мы сможем получить целостную метасистему и порождаемые ею целостные системы.

Взаимодействие образует целостную систему за счет взаимопроникновения механизмов реализа-

ции методов построения этих действий. Метод построения деятельности и механизм реализации этого метода обязательно включают две противопоставленных друг другу и, вместе с тем, связанных между собой системы. Одна должна изобразить правила изменения в виде процесса изменения исходной структуры деятельности, другая — механизм изменения деятельности.

Но, чтобы зафиксировать структурные изменения состояния деятельности, необходимы специальные модели деятельности, во-первых, изображающие ее состав и структуру, а во-вторых, изображающие их так, чтобы в структуре можно было увидеть как правила изменения структуры, так и механизм структурного изменения. Сформулированное положение есть требование к структуре как процедуры, так и деятельности. Рассмотрим, позволяют ли известные процедуры создать требуемую структуру деятельности.

В зависимости от типов применяемых процедур в настоящее время можно выделить следующие подходы к представлениям деятельности. Первый подход является наиболее простым для понимания и может быть поэтому используется повсеместно. В данном подходе деятельность реализуется процедурой трансформации одной сущности в другую, трансформация заменяется процессом, а последний описанием его результата [9]. Здесь используется одна единственная процедура — трансформация «глагола» в «существительное». Таким «незатейливым» образом «глагол» (деятельность) превратился в «существительное». Заменяв процесс, действие описанием, мы тем самым заменили шаги процесса (движение) описанием прагматических статичных результатов. Эта «несообразность» [24] связана с тем, что процесс (глагол, движение, генерация, динамика) заменен описанием (существительным, статикой, неподвижностью).

Процесс (движение) заменили на «состояние», что есть нечто статичное, в то время как процесс как представление деятельности есть нечто явно динамическое, скорее изменение состояния, чем само состояние. Это противоречие снимается путем введения в описание понятия «состояние», не только характеристик типа «положение», но и характеристик, описывающих динамику процесса [24].

Второй подход — это аналитическое, «естественно-научное», или «натуралистическое» **описание** процессов в деятельности. Аналитическое описание включает в себя три процедуры: разделение на части того, что нужно объяснить, объяснение поведения или свойств отдельных частей и составление из этих объяснений целостной трактовки [1]. Целостность систем при применении данных процедур обеспечи-

вается специальными средствами. Именно этот вид деятельности чаще всего используют для реализации понятий системы, ориентированных на систему как обобщенное описание признаков типов объектов.

Третий подход к представлению деятельности на основе синтеза, называется системным и представляется тремя процедурами [11]: идентификация целого (системы), частью которого является предмет, который необходимо объяснить; объяснение поведения или свойства целого; и последний (третий) этап — объяснение поведения или свойств предмета по его роли (ролям) или функциям в содержащем его целом. Даже формулировка процедур подразумевает рассмотрение системы в виде статичного объекта. Это указывает на то, что для системного подхода используют старые инструменты, поэтому, как и прежде, система представляет собой описание состояния объекта исследования как что-то статичное, а не как деятельность по созданию объекта. Реализация системного подхода с использованием указанных процедур не объясняет что такое целое, в которое входит часть системы. Попытки объяснения этого можно найти в синтетическом подходе, который состоит из последовательности трех процедур [22]: выделение большей системы (метасистемы), в которую интересующая нас система входит как часть; рассмотрение состава и структуры метасистемы; объяснение поведения или свойств предмета по его роли (ролям) или функциям, которые играет проектируемая система в метасистеме. Под определением метасистемы здесь понимается мир систем, взаимодействующий между собой, содержащий в себе меньшие системы, входящие как части в вышестоящие системы, каждая из которых непрерывно *изменяется и стимулирует* к изменениям другие системы. Отметим, что в данном определении метасистема рассматривается как *механизм*, стимулирующий изменения в других системах. Однако описание самого механизма стимуляции нет, да и сама метасистема представляется как нечто статичное.

Все перечисленные процедуры деятельности, по мнению Г. П. Щедровицкого [30, с. 1] «...которые мы описали выше в качестве стоящих за принятыми и шире всего распространенными онтологическими картинками и определениями систем, совершенно отсутствовали выявление и описание естественных процессов жизни этих систем. Отсутствуют они и во многих новейших подходах к анализу систем. Это не значит, что о процессах вообще не говорят. Нет, они всегда упоминаются как „функционалирование систем“, „динамика системы“ и т. п., но затем подавляющее большинство исследователей сводят процессы либо к структурным, либо к параметрическим характеристикам». Г. П. Щедровицкий отме-

чает, что в приведенных выше определениях систем онтологическое описание процедур «...определяется ее строением, а не протекающими в ней процессами (деятельности), уже не соответствует практическим и теоретическим способам работы во многих системных областях современной инженерии и науки» [30, с. 2].

Выход из этого положения, который предлагает Г. П. Щедровицкий, можно выразить в весьма простом принципе [30, с. 2]: «...представлять какой-либо объект в виде сложной системы — значит представить его последовательно в четырех процедурах (категориальных планах): процессов какого-то одного вида, функциональной структуры, организованностей материала, морфологии, а затем разложить план морфологии еще раз по всем указанным выше планам и продолжать эту процедуру до тех пор, пока не получится необходимое нам конкретное представление объекта». Это следует понимать так, что для каждого понятия, входящего в определение системы, можно применять указанные процедуры и представлять каждое из них в виде статичной функциональной структуры объекта. Эти процедуры, также как и предыдущие, ориентированы на представление объектов в виде определенной статичной структуры, которая не является действием или деятельностью по порождению систем.

Однако из описаний следует, что рассматриваемые процедуры описывают действия, с помощью которых получаем статичную структуру объекта. Тогда возникает идея построить процедуры, которые являлись бы движением, активностью, действием и использовать их в качестве структурных элементов построения деятельности как действия. Представив структуру процедуры в виде действия, получим новое понятие метасистемы как деятельности. Взаимодействие и вложенность процедур друг в друга представит деятельность как движение, действие с динамической структурой. Деятельность с динамической структурой должна порождать отдельные «деятельности» со статической структурой.

Все приведенные процедуры не раскрывают объективное содержание и модель понятия метасистемы, так как их использование в качестве структурных элементов деятельности не позволяет представить ее как действие, глагол, движение, порождающее (генерирующее) системы. Очевидно, структурным элементом деятельности как действия должна быть процедура, представляющая собой действие.

По мнению В. Н. Борисова [4, с. 12–15]: «Одним из первых начал применять методологические категории в анализе познания Г. П. Щедровицкий [14], пытавшийся прямо перенести на познание структуру труда (известная „пятичленка“: цель (задача),

предмет, средства, действия (процедуры), результат. Нужно отдать должное Г. П. Щедровицкому в привлечении внимания к этому подходу. Однако позитивное решение проблемы оказалось малопродуктивным». Если посмотреть на познание как на деятельность, то можно считать, что здесь была сделана попытка представить деятельность как действие, движение или глагол — как труд. Еще дальше пошел сам В. Н. Борисов [4, с. 11–13], который предложил различать в структуре познания два уровня: «В самом познании теперь можно различить два взаимосвязанных уровня. Один из них образует действия, посредством которых осуществляется получение и развитие действий о познаваемом объекте. Этот уровень мы и называем предметным. Целенаправленный же характер познания обеспечивается предварительной постановкой познавательных задач, планированием хода их решения и управлением всем познавательным процессом. Все это образует его особый протопредметный уровень». «Поэтому, если рассматривать познание как решение познавательной задачи, то оно выступает как преобразование с помощью определенных средств и действий некоторых исходных данных в конечный результат. Исходными же данными являются не сами познаваемые предметы, а те или иные сведения о них (факты, определения, законы и т. п.)». Если эту идею применить для создания структуры активной процедуры деятельности, то тогда, во-первых, процедуры будут рассматриваться как процесс преобразования — движение, глагол или действие, во-вторых, структуру процедуры деятельности как и познание, можно будет представить в виде двух взаимопроникающих уровней. Первый уровень, в котором формируется программа выполнения действий, назовем протопредметным и второй уровень — предметный, где эти действия выполняются. Такое взаимопроникающее разделение очень важно, так как в структуре процедуры присутствует элемент управления как правила изменения структуры процедуры предметного уровня. Процедуру как активность нельзя рассматривать как простую совокупность взаимодействующих частей (уровней). Это уровни единого неразрывного целого как активности, в которое встроены взаимопроникающие уровни. Данная активность, являясь структурным элементом деятельности, образует деятельность в виде действия. Этот подход позволит реализовать первое требование к структуре процедуры: выделить в структуре процедуры и изобразить в виде правила процесс изменения структуры процедуры — структурного элемента деятельности. Для реализации второго требования необходимо ответить на ряд вопросов: 1 — как изобразить изменения в действии и как связать

эти изменения с правилами, 2 — как взаимопроникают эти уровни и 3 — как изображать их структуру так, чтобы в ней можно было увидеть механизм изменения структуры действия предметного уровня процедур, а также правила изменения действия процедур и деятельности?

Для ответа на эти вопросы необходимо сформировать состав структуры уровней процедур, образующих структуры деятельности как совокупность взаимопроникающих механизмов действий. Необходимо рассмотреть существующие или создать свои подходы к формированию структуры процедуры как целого, так и структуры деятельности, в которой используются взаимосвязанные процедуры действия и метауправления.

Существующие процедуры реализации понятия деятельности не представляют ее как действие и не обеспечивают целостности, поэтому необходимо выделить из практики структуру процедуры, которая позволит раскрыть объективное содержание и модель понятия метасистемы.

Более того, в [5] отмечается, что процесс движения (изменения) называется динамикой системы, процесс есть набор состояний системы, соответствующий упорядоченному непрерывному или дискретному изменению некоторого параметра, определяющего характеристики системы. Из этого определения следует, что каждому состоянию системы (шагу процесса) соответствует определенный набор характеристик формирующих структуру действия, которую необходимо сформировать и изменять.

Стоит вопрос о том, в какой форме изобразить то, как происходят изменения, в каких характеристиках структуры и при каких условиях разработанные структуры могут изменяться в другие структуры и с помощью каких средств это можно изображать. Как можно изобразить отношения между структурой, процессом и механизмами как чего-то целого, не делимого.

3. Тенденции в практике

Тенденция, в теории систем и принципов их создания заключающаяся в усилении роли действий в описании понятия системы, находит свое отражение и в практике. Например, в инженерии программных систем (программной инженерии) и связанных с ней областях существует множество практик, опирающихся на определении системы через процесс ее создания.

Подход порождающего программирования (Generative programming) рассматривает систему как семейство программных средств, члены (экземпляры)

которого генерируются на основе генерирующей модели домена (generative domain model). Генерация модели домена осуществляется с помощью средства определения членов и методов сборки членов путем интеграции отдельных компонентов [28].

Члены семейства программных средств генерируются на основе заданных свойств генерирующей модели домена, и их разнообразие зависит от возможностей, реализованных в средствах определения членов.

Характерной особенностью такого представления системы является то, что: система задается как «процесс», действие или деятельность по созданию, а не как данность (статичный объект); описывается не конкретный «экземпляр» системы, а целое семейство — метасистема; имеется инструмент как действие (механизм), «генерирующий» из метасистемы конкретный экземпляр системы.

Различные специализированные фреймворки (framework) являются яркими примерами реализации инструментов как действий (механизмов), подобных средствам определения членов в порождающем программировании. Фреймворк — программное обеспечение, облегчающее разработку и объединение разных компонентов большого программного проекта на основе предопределенного каркаса. Любой фреймворк является реализацией метамодели программного средства, части которой выражены в виде заданной статической части (каркаса) и переменной (динамической) части — точек расширения, которые позволяют создавать конкретную конфигурацию системы под решаемую задачу. Фреймворк, как деятельность по производству систем, уже изначально реализует большую часть модели программного средства, и предоставляет набор инструментов для определения и расширения системы. Таким образом, система, построенная с использованием фреймворка как метасистемы, является следствием процесса использования набора инструментов, как деятельность с динамической структурой с возможностью манипуляции или конфигурирования (метауправления) переменной (динамической) частью модели деятельности как метасистемы. После конфигурирования получаем конкретную систему как деятельность со статической структурой.

Близкие подходы существуют и при описании других систем, например архитектуры предприятия. Лучшее из известных резюме практик Gartner [20], звучит так: «...архитектура — это глагол, а не существительное. Что это значит? Это значит, что архитектура представляет собой непрерывный процесс создания, сопровождения и особенно использования архитектуры предприятия, который придает архитектуре жизнеспособность. Архитектура, кото-

рая представляет собой всего лишь набор застывших артефактов, которые пылятся в углу, бесполезна вне зависимости от сложности таксономии этих артефактов и совершенства процесса, использовавшегося при их разработке». Методология Gartner, представляющая собой набор практик (принципов) по построению архитектуры предприятия, утверждает, что архитектура есть не существительное, а глагол. Таким образом, система (в данном случае — архитектура) рассматривается как непрерывный процесс создания и использования системы (деятельность как действие), который придает ей жизнеспособность. А сама методология Gartner как деятельность, является тем инструментом (механизмом) действий, которые позволяют эффективно создать такую метасистему.

Некоторые подходы к построению программных систем [7, 13, 16, 17, 23] идут еще дальше — система определяется не как процесс разработки с использованием определенных инструментов, а как деятельность по созданию инструментов для разработки и методики использования полученного инструмента для реализации системы. В таком случае говорят о метаинструментарии, который может воплощаться в метаредаторах, метаязыках или метамоделях. Примером метаредатора является среда QReal [23], позволяющая создавать инструментарию для визуального моделирования в заданных предметных областях, которые, в свою очередь, позволяют создавать программные системы в данной области.

Концепцию метаязыковых средств реализует MetaMetaLanguage [7], в котором средством создания системы является предметно-ориентированный язык (DSL), а MetaMetaLanguage является инструментом задания языка.

Метамодели деятельности построения программной системы применяются в средстве ПРИМИУС [13, 16, 17], в котором метамодель порождает модель системы путем конфигурирования (метауправления) и интерпретации в исполняемую систему во время исполнения. В данном средстве инструмент конфигурирования реализует механизм метауправления структурой и компонентами системы. К этому направлению можно отнести и работу [29], в которой разрабатывается концепция метауправления функциональностью информационной системы во время ее эксплуатации. Метауправление функциональностью заключается в варьировании метаописаниями, отображаемыми на структуру базы данных и алгоритмы обработки данных. В приведенных работах метауправление рассматривается как правило объединения частей (систем) в целое [24]; а при условии соотнесения алфавита, применяемо-

го в [29] с используемыми нами процедурами, — как метод (правила), определяющий механизм взаимодействия процедур и варьирования шагами процесса (действиями), характеристиками и методикой (правилами) их организованности. Метауправление по отношению к процессу есть управление методом взаимосвязи между действиями и их набором, а по отношению к действиям есть управление набором характеристик и их взаимосвязью.

Обзор современной теории и практики проектирования систем показывает, что практика значительно опережает теорию и все чаще для создания систем используется представление системы не в виде статичного описания, а в виде движения, действия, деятельности по созданию объектов. Структура «движения» деятельности выражается через понятия метауправление, процедура и действие. Однако, использование существующих понятий метауправления, процедур и действий не позволяет нам создать целостную структуру деятельности, так как непонятно, каков механизм реализации изменения в структуре каждого из них. Поскольку процедура деятельности определяется через совокупность взаимосвязанной последовательности действий, то можно считать, что структура процедуры аналогична структуре действия. Чтобы сформировать целостную структуру деятельности как процесса взаимодействия процедур, нам необходимо рассмотреть, как можно представить изменения (как процесс) в структуре самого действия. Дальнейшее раскрытие двухуровневой структуры процедуры как действия позволит нам создать структуру деятельности как совокупности процедур (действий) вложенных в процедуру (действия). Для этого нам необходимо сформировать или раскрыть содержание структуры каждого уровня процедуры: структуру программы действия, структуру самого действия, а также правила их взаимодействия и изображение их так, чтобы в этом можно было увидеть правила их изменения.

4. Структура процедуры деятельности как действия

Существует ряд работ, где для снятия «несообразности», в основу разработки методов реализации систем положено понятие действия. В [5] процесс решения задачи представлен как система действий. По мнению В. А. Губанова любое действие имеет в своем составе три основных характеристики (структурных элемента): 1) цель действия, 2) описание действия, 3) способ его выполнения (метод). Все эти характеристики можно представить в виде вопросов. Цель (назначение) в зависимости от ситуации удобно обозначить вопросом «Зачем?» или

«Что должно быть?» (т. е. каков должен быть результат). Описание действия или представление о его осуществлении обозначим вопросом «Что делать?», а способ выполнения действия (умение и возможность выполнить его) — вопросом «Как делать?» (методика решения задачи). Коротко эти вопросы-характеристики будут звучать так: «Зачем?», «Что?», «Как?».

Перечисленный последовательный набор характеристик, отвечающих на эти вопросы, имеет в контексте описательный характер и позволяет *описать* формальную модель действий (организации действий), шаги процесса решения задач (проблем), но не представлен как набор действий направленных на *реализацию* шагов процесса решения проблемы. Как отмечают авторы [5], приведенные вопросы являются основными. Однако они не исчерпывают всех аспектов организации действий. Их дополнительные стороны охватываются, например, вопросами «Где будет выполняться действие?», «Когда?», «Кем?». Можно сделать вывод, что в зависимости от предметной области, решаемой задачи и участников решения проблем, перечень характеристик (вопросов) может меняться в широком диапазоне.

Так, в работе [21] пространство объектов представляет собой описание объектов задачи через их свойства и отношения, в которые они могут вступать между собой. Пространство решений отражает содержание *всех действий*, выполняемых объектами и реализующих принимаемые решения. Под содержанием действия при этом понимаются те изменения в значениях свойств и отношений объектов, которые происходят в результате выполнения данного действия.

В [10] структура действия представляет собой систему, в которой можно выделить следующие составляющие: субъект действия; объект действия; средство и методика действия, с помощью которого осуществляется изменение (движение); результат действия (цель действия). Само действие Т. Парсонс отождествляет с изменениями [10, с. 293, 301]: «Мы предположили, что продукты системы действия состоят в изменении значений объектов. Отсюда следует то, что завершает процесс действия, есть изменение этих значений. Мы считаем, конечно, что в процессе создаются новые объекты и категории объектов; по-видимому, они сами являются системами действия. Вопрос о роли структурного компонента в функционировании системы всегда косвенно, если не прямо, является вопросом о вероятных последствиях определенных изменений в функционировании данной системы, которые будут представлять собою следствие определенных же изменений в его структуре».

Результаты систематизации и анализа структуры процедуры как действия, а также свойства и характеристики, описывающие структуру механизма реализации действия, извлеченные из среды (теории и практики проектирования систем), сведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что структура процедуры состоит из двух взаимосвязанных уровней. Протопредметный уровень состоит из системного знания (принципа, теории, метода, методики и т. д.) как правила организации процедуры деятельности. Тогда структура протопредметного уровня представляется в виде взаимопроникающих правил формирования этапов процесса в виде описания или логической схемы структуры взаимодействия механизмов действий организации процедур или представляется в виде взаимосвязанных правил реализации взаимопроникающих механизмов действий, образующих процедуру как часть в целом.

Взаимопроникающие механизмы действий относятся к предметному уровню. Известно, что *механизм* — это система, устройство, *определяющие порядок выполнения* какого-либо вида деятельности как процесса.

В общем, **деятельность как действие, выраженное через процесс**, отражает последовательность изменений состояний системы, происходящих в деятельности, и отвечает на вопросы «что?», «когда?». **Механизм, в свою очередь, показывает, каким образом происходит сам процесс**, его порядок, алгоритм, и отвечает на вопрос «Как происходит?» **изменение**.

Любой **механизм производит процесс изменений** деятельности. Это значит, что его механизм действия не ограничивается каким-либо одним моментом, а продолжается достаточно длительное время и в этом промежутке может быть разбит на части, соответствующие частям исходного процесса [32].

Это же предлагается в [6]. «...Можно сказать, что процесс — это применение метода в конкретный интервал времени (шаге процесса)». Следовательно, любая характеристика механизма действия в свою очередь может быть реализована с помощью любого иного системного знания (метода), а последний можно представить как деятельность в виде процесса, который определяется механизмом. Таким образом происходит взаимопроникновение механизма одного действия в другое, одной процедуры в другую, одной деятельности в другую. Взаимодействие процедур, как структурных элементов деятельности осуществляется через взаимодействие методов, а взаимодействие методов через взаимопроникновение механизмов реализации методов

На предметном уровне структуру действия (табл. 1) можно описать с помощью следующего

минимального набора типов характеристик, описывающих механизмы реализации системного знания как действий: для получения определенного результата действия (цель действия), над определенным *типом элементов* необходимо выполнить определенный *тип функций* с помощью определенного *типа инструмента* под воздействием определенного управления (протопредметного уровня) — *системного знания (теории, метода, методики, алгоритма и т. д.)*.

Организованность следующего минимального набора типов характеристик, таких как: результат; элементы; функции; инструменты — есть структурные элементы, образующие действие на предметном уровне и методики (системные знания: теории, методы и т. д.), описывающие правила взаимосвязи характеристик, образующие второй протопредметный уровень в структуре процедуры. Изменяя правила взаимодействия характеристик, можно получить механизмы, реализующие различные *типы структур процедур (действий)*. Результат получаем не в виде прагматического существительного, а в виде механизма реализации действия (глагола, активности), что более соответствует предлагаемому подходу. При этом на предметном уровне процедура как действие представляет собой организованную систему характеристик, таких как: результат действия (цель действия), обязательные элементы, функции, инструменты.

Данный набор типов характеристик является минимальным и может быть расширен в зависимости от решаемой проблемы и предметной области. Например, в [15] говорится о том, что J. Zachman для **описания** архитектуры предприятия использует следующие характеристики: данные (элементы), функции, расположение, исполнители, время, мотивация, качество. Однако архитектуру он представляет как *описание* ее функционирования (как существительное), а не как деятельность, представленную в виде взаимопроникающих механизмов ее реализации с помощью характеристик. Поэтому в предлагаемом им наборе отсутствуют такие характеристики, как инструмент и методика управления.

Сформировав структуру действия, можно приступить к созданию структуры процедуры. Как отмечалось выше, структура процедуры имеет два уровня: протопредметный — уровень управления и предметный. Протопредметный уровень состоит из определенного вида системного знания (теория, метод, методика, алгоритм и т. д.), из которого формируются два вида правил: первое — правило в виде процесса создания и изменения исходной структуры процедуры, которое можно изобразить в виде логической диаграммы, и второе — правило в виде

Таблица 1

Структура процедуры деятельности

Авторы	Протопредметный		Предметный								
	Правила реализации СЗ в механизме		Механизм реализации системного знания (МРСЗ)								
	Системное знание (СЗ)	Процесс	Характеристики								
			Результат	Элемент	Функции	Инструменты	Управление	Время	Место	Исполнители	Мотивация
[15]	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
[24]	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
[5]	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-
[30]	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
[21]	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-
[6]	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
[29]	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-
[4]	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-

* (-) — характеристики авторами не рассматривались.

процесса изменения правил формирования характеристик механизма действия предметного уровня процедуры. Правила представляются в виде множества пунктов, шагов, этапов и т. д. Каждый пункт правила есть одно правило формирования одного механизма действия, множество пунктов есть системное знание, которое реализуется на предметном уровне, как совокупность взаимопроникающих механизмов действий процедуры как действия, движения. Каждый пункт правила реализуется в виде механизма действия через его характеристики и должен формулироваться как механизм действия следующим образом: для получения требуемого результата необходимо над определенным *типом элементов* выполнить определенный *тип функций* с помощью определенного *типа инструмента*. Это есть правило формирования одного пункта представления системного знания. Вид процедуры будем определять видом системного знания — теория, метод, методика и т. д. Каждый вид процедуры соответствует определенному познавательному уровню, например,

общенаучному уровню соответствует вид процедур, в котором используются системные знания, представленные в виде теорий. Философии соответствуют процедуры определяющие вид отношений между действиями: например, взаимодействие, взаимопроникновение. Процедура представляется в виде неделимого, единого элемента активности, действия, изменения в структуре деятельности. Процедуру будем рассматривать не как простую совокупность взаимодействующих частей (уровней). Это уровни единого неразрывного целого как активности, в которую встроены взаимопроникающие уровни. Данная активность, являясь структурным элементом деятельности, образует деятельность в виде действия. Пример построения различных видов процедур будет рассмотрен ниже.

Объективное содержание и структуру понятия метасистемы (деятельности) как целого раскрывают через взаимодействие различных видов процедур с помощью метауправления. Порождающие (генерирующие) свойства метасистемы как деятельно-

сти описываются совокупностью взаимодействующих видов процедур, имеющих следующую структуру: метауправление — множество системных знаний (процесс — виды процедур) — (механизмы реализации системного знания как действия — характеристики) — (результат — деятельность). Метасистему можно определить как деятельность с динамической структурой, состоящую из совокупности системных знаний — видов процедур, вложенных друг в друга через механизмы их реализации и порождающую деятельность со статической структурой с помощью метауправления. Некоторые характеристики, свойства которых должны быть изменяемы, так же представляются в виде деятельности с динамической структурой. Таким образом может образовываться множество вложенных друг в друга динамических систем. Статическая система обладает фиксированной структурой связей между характеристиками, как в самой себе, так и во всех входящих в нее динамических системах. Такой переход от динамики, в которой структура связей между ее характеристиками не определена, к динамике, действию, в котором структура связей между ее характеристиками определена, называем конфигурированием динамической системы, осуществляемым с помощью метауправления.

Как отмечалось выше, метауправление имеет два аспекта своей реализации. Первый аспект ре-

ализуется в конкретном методе выполнения последовательности шагов процедур деятельности (действий) по построению деятельности: формирования механизмов взаимодействия процедур и функционирования системы как деятельности с динамической структурой. Второй аспект следует трактовать следующим образом: если в методике есть правила объединения заданных типов характеристик в определенные действия — процедуры, то метауправление, это во-первых, множество правил (методов) изменения правил (методик) по объединению заданных типов характеристик в определенные действия — процедуры, во-вторых, множество правил (методов) формирования механизмов реализации деятельности как совокупности взаимопроникающих действий — процедур.

Метауправление — это механизм реализации вариативности содержания шагов метода и процесса, действий, набора характеристик, и методики взаимосвязи характеристик. Метауправление подразумевает сразу создание целого (процесс создания целого). Метауправление отражает одно из основных свойств метасистемы — ее вариативность, конфигурируемость и способность порождать или генерировать системы.

Целое рассматривается как деятельность, каждый этап которой есть создание целого из действий. Тогда можно рассматривать целое как совокупность

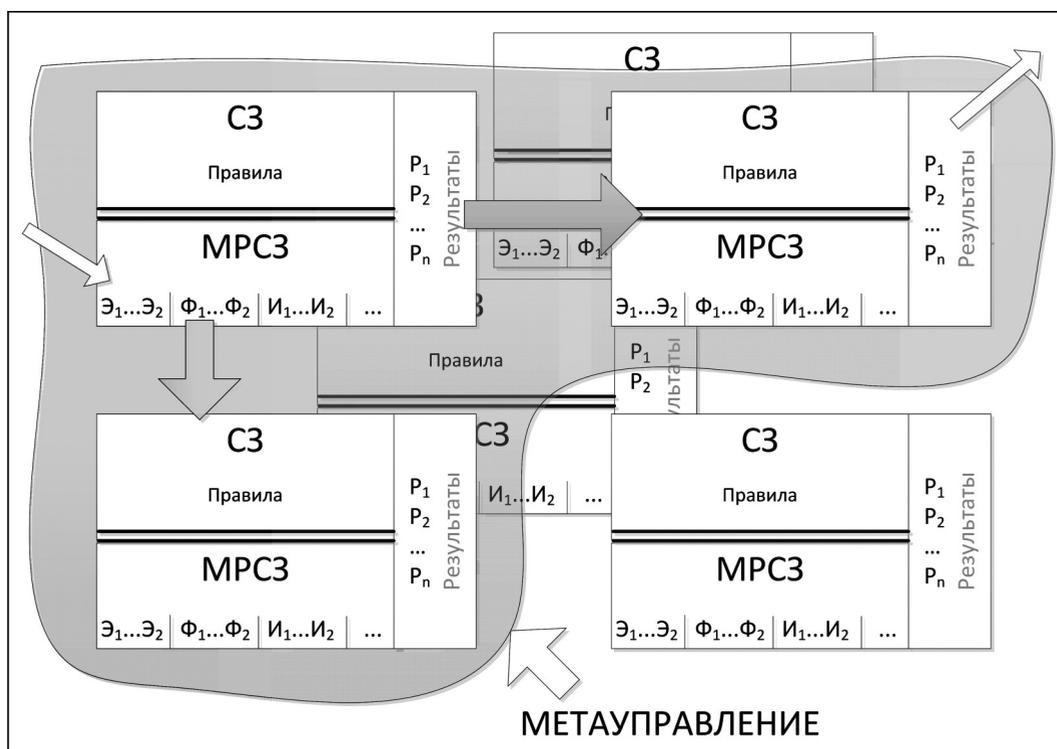


Рис. 1. Организация системных знаний в модель деятельности с помощью метауправления

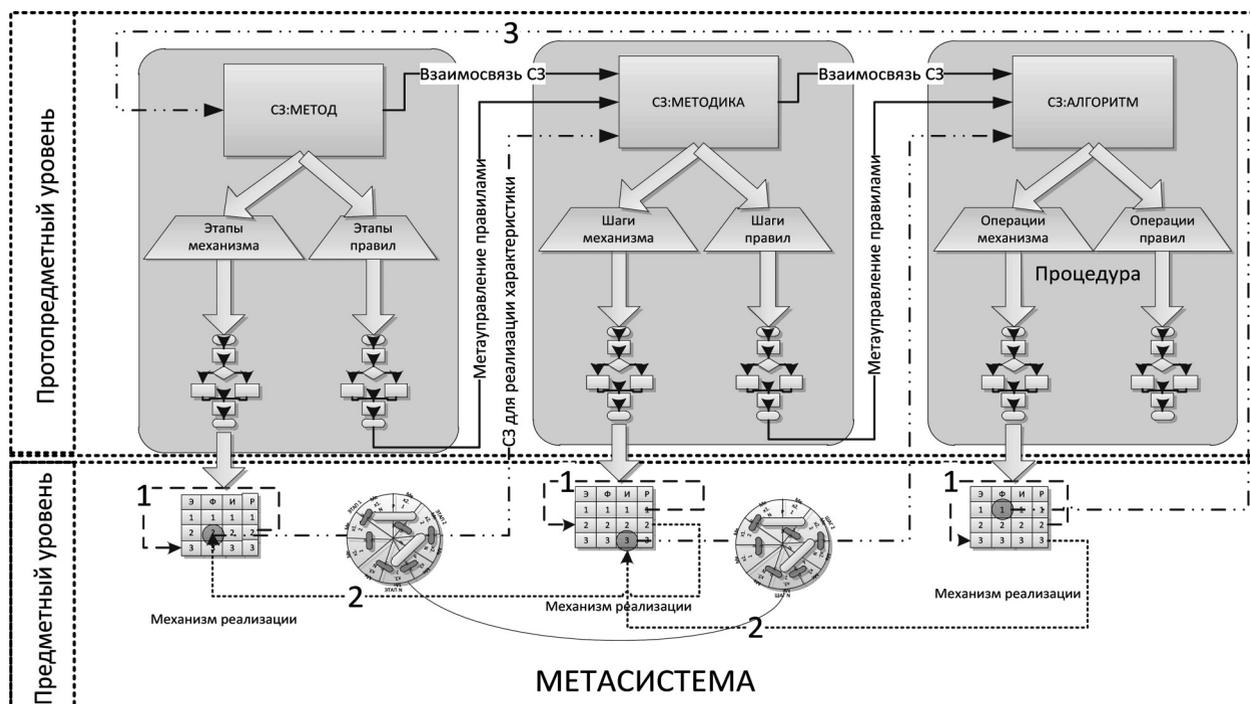


Рис. 2. Структура деятельности

действий по созданию его частей (систем). Деятельность — это совокупность различных видов процедур, каждая из которых состоит из действия создания целого из характеристик плюс СЗ (методики) управления (рис. 1). Процесс создания целого из составных частей представляется в виде совокупности действий их создания. Часть в целом — это отдельное действие в целом механизме взаимодействующих действий. При этом действие представляет собой организованную систему характеристик.

Системное знание как метод изменения (движения) есть совокупность этапов деятельности, каждый из которых представляется системой действий, выраженных через организованность характеристик (аспектов).

Действие выражается через модель структуры, которая представлена в виде механизма взаимодействия характеристик под управлением системного знания. Под системным знанием понимаем последовательность приемов взаимодействия характеристик.

Каждая характеристика не есть прагматическая часть целого, не существительное, подлежащее описанию, а глагол (действие) как вид процедуры, включающей в себя СЗ и характеристики механизма реализации СЗ более низкого (или высокого) уровней абстракции.

Динамическое представление системы, после реализации каждого этапа деятельности в виде опре-

деленного типа управляемых (конфигурируемых) действий, является глаголом и не имеет определенной последовательности выполнения шагов деятельности. Каждое из этих действий имеет свое относительно самостоятельное «движение», связанное с другими действиями того или иного вида процедур. Вместе с тем каждое действие во взаимосвязи с действиями других видов действий (процедур) образует множество разного вида деятельности как действий, которые определяем как метасистему. Метасистема порождает (генерирует) по требованию субъекта и под воздействием метауправления конкретную структуру системы.

Таким образом, метасистема как деятельность, состоит из многих управляемых вложенных друг в друга процедур (системное знание) как действий, а каждое из них в свою очередь состоит из многих частных процедур (системных знаний как действий), находящихся в иерархических отношениях друг с другом. Каждое действие представляет собой механизм взаимопроникновения определенных системных знаний по правилам указанным в методиках.

На рис. 2 каждый вид процедуры, будь то метод, методика или алгоритм, представляется двумя уровнями: Протопредметный уровень управления, на котором содержится системное знание (СЗ) в виде метода (методики или алгоритма) и изображается в виде правила формирования структуры механиз-

ма действия. Предметный уровень, на котором содержится механизм реализации системного знания (МРСЗ) в виде действия. Структура каждой процедуры изображается в виде двух уровней: уровень формирования и изменения правил и уровень реализации правил в виде взаимопроникающих механизмов. Каждый пункт правила есть один механизм.

Целостность представления деятельности, взаимосвязь системных знаний различного уровня и частей системного знания на одном уровне, обеспечивается посредством взаимодействия частей, реализуемых в виде взаимопроникновения механизмов. Причем, взаимопроникновение может быть трех основных типов: метод-метод, метод-методика и результат-элемент. На рис. 3 отражено взаимопроникновение второго и третьего типов.

Такое взаимопроникновение отражает системное представление целого, которое позволяет рассматривать каждую часть (мех. n) в целом, без изъятия части из целого и потери целостности системы. Мало того, отделение части от целого приведет к разрыву взаимопроникновения механизмов действий как частей целого и разрушению целого, как системы. Кроме того, приведет к изменению свойств как изъятной части, так и свойств целого (эмерджентность). Из рисунка 3 видно, что изменение хотя бы одной характеристики в одном из механизмов как в части системы, приведет к изменению всех механизма как целой системы — изменяется система в целом, т. е. наблюдается свойство конфигурируемости. Конфигурировать значит изменять в правилах структуру связей между характеристиками для построения механизма, и самих характеристик.

В таком случае, метасистема — есть управляемое (конфигурируемое с помощью метауправления) множество неоднородных процедур как действий, объединяющих много разных и разнонаправленных видов процедур (метод, методика или алгоритм), протекающих с разной скоростью и, по сути дела, в разное время. Ее можно рассматривать как метасистему деятельности с динамической структурой, порождающую конкретные системы — деятельность со статической структурой в конкретной предметной области, удовлетворяющую требованиям участников процессов реализации системы. Каждая ее часть это определенный набор действий, из множества образующих метасистему действий, с помощью которого можно генерировать требуемую систему.

Рассмотрим пример из области проектирования информационных систем. Создание информационной системы включает в себя проектирование базы данных (БД) для хранения пользовательской информации, накапливаемой во время функционирования системы. Представление БД в виде деятель-

ности будет в целом соответствовать представлению, отраженному на рис. 2. Рассмотрим более подробно отдельные элементы такого представления и проследим реализацию свойств системного подхода.

В отличие от традиционных методов, представлять базу данных будем не как объект, а как деятельность, метасистему с динамической структурой по проектированию БД, состоящую из совокупности системных знаний, из которых под воздействием метауправления порождается статическая деятельность по проектированию БД, с учетом требований и ограничений, характеризующих решаемую задачу. Результатом выполнения такой статической деятельности является БД для целевой задачи. Системное знание по проектированию БД представляется в виде процедур «Метод», «Методика» и «Алгоритм» (см. рис. 2). Из системных знаний процедур, представленных совокупностью характеристик (элементов, функций, инструментов, результатов), путем конфигурирования, происходит формирование правил, задающих структуру процедуры. Сформированную совокупность характеристик, образующих динамическую структуру для процедуры «Метод», можно представить в виде рис. 4.

Структура является динамичной, поскольку содержит в себе множество характеристик, которые следует по определенным правилам соединить в механизмы — провести конфигурирование. Правило конфигурирования представлено в структуре процедур и изображается либо в виде блок-схемы, либо в виде набора пунктов, правил.

На рис. 5 показано графическое представление правил конфигурирования процедуры «Метод» в форме блок-схемы.

Для реализации вариативности при конфигурировании процедуры вводится дополнительная характеристика «Условие», которая определяет множество вариантов конфигурирования процедуры. При переходе к статической процедуре, данная вариативность исключается, что позволяет разделить системное знание и соответствующие процедуры по видам, на основе характеристик, используемых для описания механизмов их реализации.

Отраженное на рисунке графическое представление формирует механизм реализации действия, выраженный в словесной форме:

Правило 1. Над элементом Э1 (Результаты предпроектного обследования) выполнить функцию Ф1 (Проверить необходимость наличия объектов данных) реализовать условие управления У1(Ф1). У1(Ф1): Если результат Ф1 «истина», то перейти к Правилу 2, в противном случае — перейти к Правилу 3.

Правило 2. Над элементом Э1 (Результаты предпроектного обследования) выполнить функцию Ф2

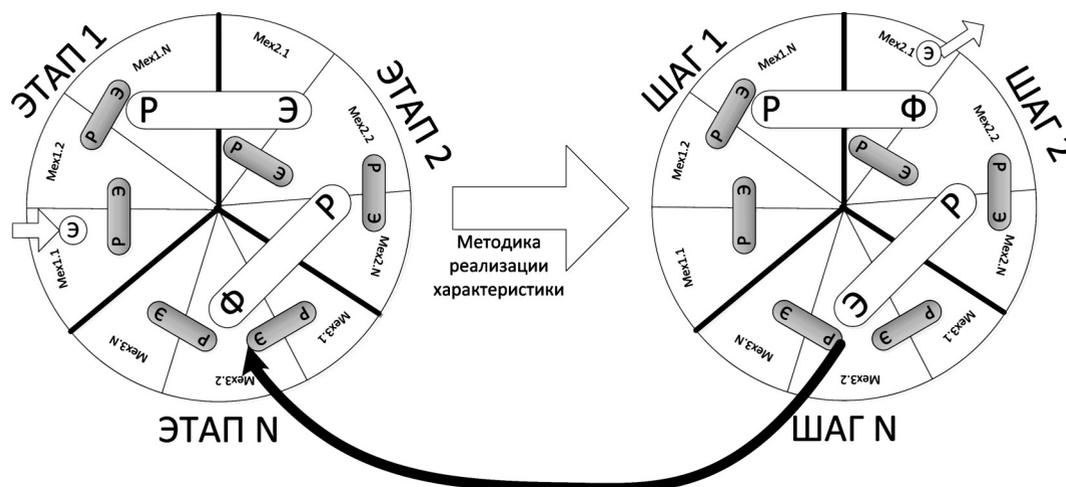


Рис. 3. Типы взаимопроникновений

ЭЛЕМЕНТЫ	ФУНКЦИИ	ИНСТРУМЕНТЫ	РЕЗУЛЬТАТЫ
Э1. Результаты предпроектного обследования	Ф1. Проверить необходимость наличия объектов данных	И1. CASE-средство	Р1. Объект данных
Э2. Объект данных	Ф2. Сформировать ER-модель		Р2. Логическая модель данных
Э3. Логическая модель данных	Ф3. Проверить необходимость наличия логической модели данных		Р3. Физическая модель данных
	Ф4. Нормализовать объекты данных		
	Ф5. Разработать физическую модель данных		

Рис. 4. Совокупность характеристик процедуры «Метод»

(Сформировать ER-модель) получить результат Р1/Э2 (Объект данных) и реализовать условие управления У2: перейти к Правилу 3.

Правило 3. Над элементом Э1 (Результаты предпроектного обследования) выполнить функцию Ф3 (Проверить необходимость наличия логической модели данных) реализовать условие управления У3(Ф3). У3(Ф3): Если результат Ф3 «истина», то перейти к Правилу 4, в противном случае — перейти к Правилу 5.

Правило 4. Над элементом Э2 (Объект данных) выполнить функцию Ф4 (Нормализовать объекты данных) получить результат Р2/Э3 (Логическая модель данных) и реализовать условие управления У4: перейти к Правилу 5.

Правило 5. Над элементами Э2 (Объект данных) и Э3 (Логическая модель данных) выполнить функ-

цию Ф5 (Разработать физическую модель данных) получить результат Р3 (Физическая модель данных) и реализовать условие управления У4: закончить выполнение процедуры.

Словесное и графическое представление в виде блок-схемы эквивалентны друг другу, определяют логическую структуру протопредметного уровня процедуры и определяют правило реализации механизма действия — предметного уровня процедуры.

В структурном представлении деятельности, взаимосвязь частей метасистемы осуществляется в виде трех вариантов взаимопроникновения:

1. Взаимопроникновение методов (Связь 1 и 2 на рис. 2). Отражает многопредметность данного представления метасистемы, которая заключается во взаимопроникновении методов, отно-

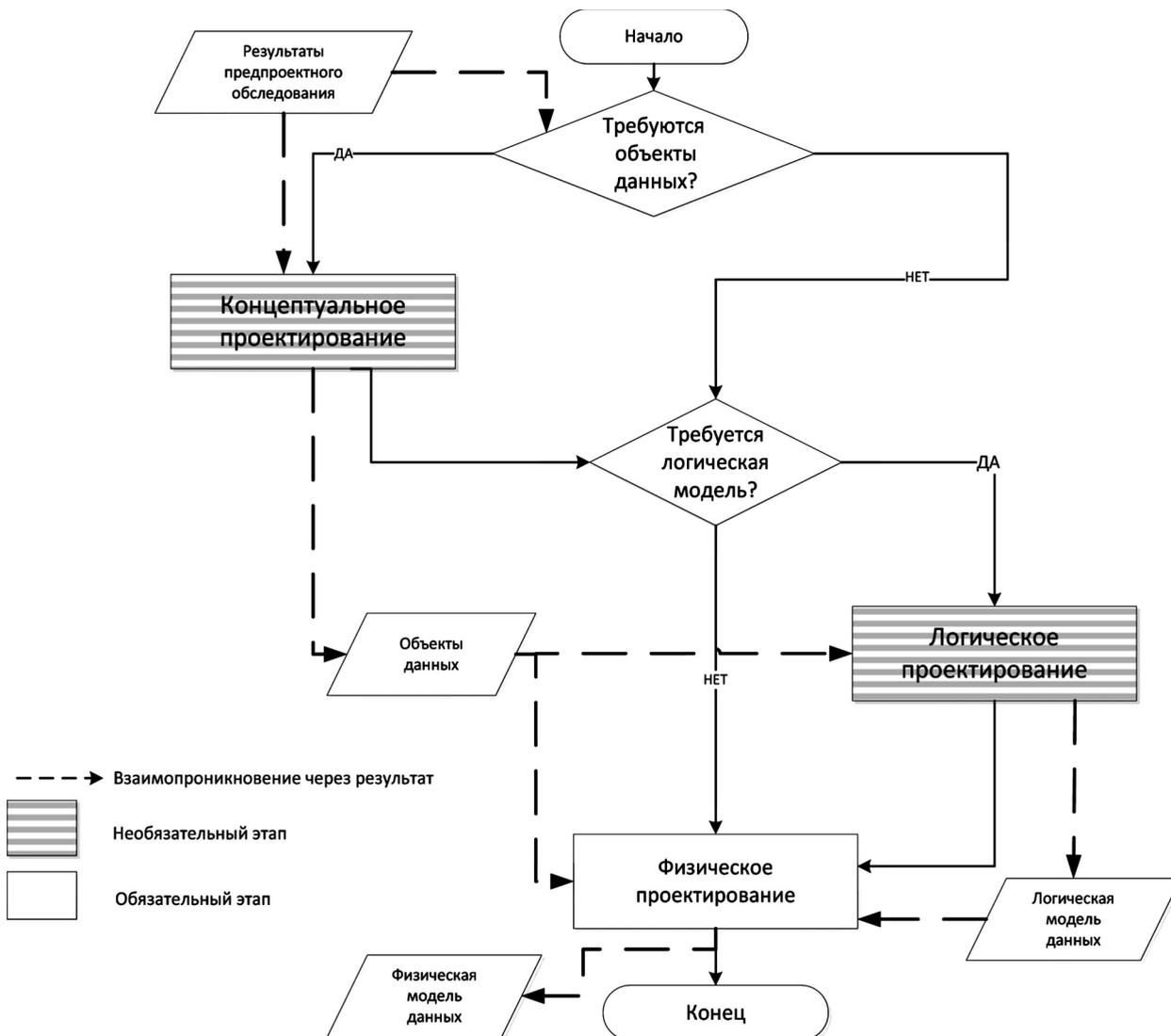


Рис. 5. Конфигурирование процедуры метода

сящихся к разным областям для реализации деятельности. Взаимопроникновение методов реализуется через характеристики. Так, для метода проектирования баз данных может существовать вложенный метод, например, для идентификации экземпляров сущностей применяются различные методы генерации уникальных значений, используемых в качестве ключей.

2. Взаимопроникновение через вложенность функций (Связь 3 на рис. 2) состоит в использовании этапов (шагов, операций) процедуры более низкого уровня в качестве функций процедуры более высокого уровня. Так, шаги методики создания физической модели данных будут являться функциями механизма реализации метода проектирования баз данных.

3. Взаимопроникновение через результат (связи на рис. 4) заключается в использовании результата предыдущего этапа (шага, операции) в качестве элемента последующего этапа (шага, операции). Так, логическая модель данных (результат одного этапа метода проектирования баз данных) является элементом для следующего этапа (физического проектирования баз данных).

Аналогичным образом формируются другие процедуры в рассмотренном примере: «методика» и «алгоритм». Такое представление отражает свойство целостности системы не только в рамках каждой процедуры, но и между процедурами.

Заключение

Из изложенного выше можно сделать вывод, что современный системный подход, реально существующий и развивающийся в проектировании и в новых научных исследованиях, уже не может основываться на традиционном понятии системы, свертывающем в себе указанные выше процедуры разложения деятельности на части и погружения частей внутрь целого. Уже недостаточно онтологического представления системы в виде описания процессов как совокупности объединенных элементов. Современный системный подход предполагает совсем иную процедурную базу, а следовательно, и иную онтологическую картину метасистемы как системы, в которой фиксируются иные ее стороны как объекта и предмета изучения и в иных соотношениях. В соответствие с этим будут иными основные категории системного подхода и само понятие метасистемы.

Новое представление метасистемы как системы имеет ряд практических преимуществ по сравнению с прежними: построение метамоделей предметной области, из которых можно получить конкретные системы; моделирование механизма реализации системы, тем самым предсказывание результата работы системы до ее реализации; появление механизма конфигурирования и адаптации систем под требования заказчика во время эксплуатации систем без привлечения исполнителя и т. д. Еще одно преимущество состоит в том, что без затруднений решается проблема взаимодействия систем. Раньше всякое предположение о взаимодействии систем автоматически превращало их в элементы системы взаимодействия, теперь системы могут взаимодействовать друг с другом на уровне механизмов, реализующих действия.

Уже эти перечисленные возможности, как нам кажется, дают право говорить об эффективности нового понятия метасистемы как системы и открывают перспективы для дальнейших важных достижений в различных научных направлениях.

Литература

1. Акофф Р. Л., Сенгунта С. С. Теория систем с точки зрения исследования операций // Исследования по общей теории систем. Сборник переводов с польского и английского / Пер.: А. М. Мишки; Общ. ред.: В. Н. Садовский, Э. Г. Юдин. М.: Прогресс, 1969. С. 384–441.
2. Берталанфи Л. фон. История и статус общей теории систем // Системные исследования. М.: Наука, 1973. С. 20–37.

3. Большой Российский энциклопедический словарь. М.: Научное издательство «Большая Российская энциклопедия», 2003. 1437 с.
4. Борисов В. Н. О специфике методологического анализа научного познания // Методологические проблемы развития науки и культуры. Межвузовский сборник. Куйбышев, 1976. С. 4–20.
5. Губанов В. А., Захаров В. В., Коваленко А. Н. Введение в системный анализ: Учеб. пособие / Под ред. Л. А. Петросяна. Л.: Издательство Ленинградского университета, 1988. 232 с.
6. Левенчук А. И. Ситуационная инженерия методов 2009–2011–03 [Электронный ресурс]. URL: <http://ailev.livejournal.com/750878.html> (дата обращения: 05.10.2012).
7. Лядова Л. Н., Сухов А. О. Языковой инструментарий системы MetaLanguage // Математика программных систем: межвузовский сборник науч. статей. Пермский государственный ун-т. Пермь, 2008. С. 41–52.
8. Месарович М. Основание общей теории систем // Общая теория систем. Сборник докладов. М.: Мир, 1966. С. 15–48.
9. Обзор стандартов описания жизненного цикла и его практик // TechInvestLab.ru: Версия 1.0. 30 ноября 2009 г. URL: http://techinvestlab.ru/files/586456/sitmetheng_nov09.doc (дата обращения: 16.10.2012).
10. Парсонс Т. О структуре социального действия. М.: Академический проект, 2000. 880 с.
11. Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П. Введение в системный анализ. М.: Высшая школа, 1989. 320 с.
12. Петренко В. Ф., Супрун А. П. Целеустремленные системы, эволюция и субъективный аспект системологии // Труды ИСА РАН. 2012. Т. 62., № 1/2012. С. 5–27.
13. Rogozov Ю. И. Системный подход к созданию метода разработки информационных объектов на основе метамоделей // Информатизация и связь. 2011. № 7. С. 57–62.
14. Rogozov Ю. И. Понятие метасистемы как методологическая основа создания систем // Промышленные АСУ и контроллеры. 2013. № 2. С. 38–46.
15. Rogozov Ю. И., Бутенков С. А., Горбань Н. С., Свиридов А. С. Систематизация моделей жизненного цикла информационных систем в рамках схемы J. Zakhman // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2008. Т. 78. № 1. С. 68–72.

16. Рогозов Ю. И., Свиридов А. С., и др. Метод создания инструментальных средств разработки информационных систем // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2008. Т. 6. № 3. С. 76–84.
17. Рогозов Ю. И., Свиридов А. С., Дегтярев А. А. Анализ и перспективы развития разработки программного обеспечения // Информационные технологии. 2011. № 12. С. 16–21.
18. Сагатовский В. Н. Основы систематизации всеобщих категорий. Томск: Изд-во ТГУ, 1973. 432 с.
19. Садовский В. Н. Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ. М.: Наука, 1974. 279 с.
20. Сешнс Р. Сравнение четырех ведущих методологий построения архитектуры предприятия. Дата обновления: май 2007 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/ee914379.aspx> (дата обращения: 11.09.2012).
21. Старых В. А., Болотова Л. С., Смолянинова В. А., Больных А. А. Обеспечение качества принятия решений в информационных системах с управлением. Труды XIV Всероссийской науч.- методической конференции «Телематика 2007». СПб.: Университетские телекоммуникации, 2007. Т. 2. С. 313–315.
22. Тарасенко Ф. П. Прикладной системный анализ (наука и искусство решения проблем). Учебник. Томск: Изд-во Томского ун-та, 2004. 186 с.
23. Терехов А. Н., Романовский К. Ю., Козлов Д. В. и др. Real: методология и CASE-средство для разработки систем реального времени и информационных систем // Программирование. 1999. № 5. С. 44–52.
24. Турчин В. Ф. Феномен науки. Кибернетический подход к эволюции. Изд. 2-е. М.: Словарное издательство ЭТС, 2000. 368 с.
25. Уемов А. И. Системный подход и общая теория систем. М.: Мысль, 1978. 272 с.
26. Уилсон А., Уилсон М. Информация, вычислительные машины и проектирование систем / Пер. с англ. И. Н. Коваленко, М. В. Воронова. М.: Мир, 1968. 415 с.
27. Урсул А. Д. Природа информации. М.: 1968.
28. Чарнецки К., Айзенкер У. Порождающее программирование: методы, инструменты, применение. Для профессионалов. СПб.: Питер, 2005. 731 с.
29. Шерстюк Ю. М. Метауправление функциональностью информационных систем и его приложение к задачам создания специального программного обеспечения: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Военный Университет Связи, 2000. 332 с.
30. Щедровицкий Г. П. Два понятия системы // Труды XIII Международного конгресса по истории науки и техники. М.: 1974. Т. 1а. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fondgp.ru/gp/biblio> (дата обращения: 20.08.2012).
31. Щедровицкий Г. П. Системное движение и перспективы развития системно-структурной методологии // Доклад на межинститутской методологической конференции молодых ученых и специалистов. Обнинск, 31 мая 1974. С. 57–88.
32. Щедровицкий Г. П. Категории «процесс — механизм» в контексте исследования развития // Разработка и внедрение автоматизированных систем в проектировании (теория и методология). Приложение III к Его же. Автоматизация проектирования и задачи развития проектировочной деятельности // Разработка и внедрение автоматизированных систем в проектировании (теория и методология). М., 1975. [Электронный ресурс]. URL: www.fondgp.ru/gp/biblio/rus/40/GP75e.doc (дата обращения: 02.07.2012).
33. Юдин Г. Э. Системный подход и принцип деятельности. М.: Наука, 1978. 350 с.
34. Bela Banath. A Taste of Systemics, The Primer Project. 1997. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iss.org/taste.html> (дата обращения: 03.07.2013).

Рогозов Юрий Иванович. Зав. кафедрой «Южный федеральный университет». Д. т. н., профессор. Окончил Таганрогский государственный радиотехнический институт (ТРТИ) в 1975 г. Количество печатных работ: более 300 (в том числе 8 монографий, более 100 авторских свидетельств на изобретение). Область научных интересов: общая теория систем, системный анализ, проектирование информационных систем с динамической структурой, метамоделирование. E-mail: rogozov@tti.sfedu.ru