

## **ОБ ОДНОМ НАПРАВЛЕНИИ В РАЗВИТИИ ТЕОРИИ СИСТЕМ И ЕГО ЗНАЧЕНИИ ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ<sup>\*)</sup>**

*С. П. Никаноров, Д. Б. Персиц*

Работа посвящена обоснованию гипотезы о возникновении одного направления в общей теории систем, называемого направлением синтеза теорий. Дается характеристика направления, его проблематики, метода и математического аппарата. Устанавливается место этого направления в одной из областей приложений – проектировании организаций. Излагаются основы логической части аппарата синтеза родов структур как одного из вариантов аппарата синтеза теорий.

Настоящая работа посвящена изложению и обоснованию гипотезы о возникновении нового направления в теории систем (точнее, как это будет видно из дальнейшего (раздел 6), в общей теории систем), отдельные черты которого можно проследить уже в современных работах ([1], [9]).

Идеи и положения, лежащие в основе этой гипотезы, явились результатом работы в направлении создания совершенных и совершенствования созданных систем организационного управления [5].

Возникшие в ходе этой работы трудности теоретико-системного характера, их анализ и разнообразные попытки (как успешные, так и безуспешные) их разрешения привели к пониманию существования ряда проблем, изучение которых и должно составить предмет указанного выше направления. Несмотря на то, что непосредственные источники этих проблем лежат в более или менее ограниченных рамках конкретной работы, их решение имеет не только прикладное, но и теоретическое значение. На это указывает не только теоретический характер самих проблем, но и проводимое ниже их рассмотрение с логико-методологической точки зрения.

Далее, мы даем характеристику не только проблематике направления, но и его методу. Более того, излагаются основы аппарата синтеза родов структур, играющего роль “опытного образца” логической части такого метода.

Работа состоит из 7 разделов и заключения. В разделе 1 фиксируется и обосновывается точка зрения авторов на вопрос об определении понятия “система”. В разделе 2 анализируется понятие частной прикладной теории систем и вскрывается “в первом

---

<sup>\*)</sup> Никаноров С. П., Персиц Д. Б. Об одном направлении в развитии теории систем и его значении для приложений. // Вопросы кибернетики. /АН СССР – М., 1977. – Вып. 32. – с. 74–89.

приближении” структура такой теории. Раздел 3 посвящен проблеме совершенствования и проектирования организаций и показано, что она приводит к проблеме построения синтезированных теорий, охватывающих все стороны организаций или, более общо, все стороны объектов проектирования. В разделе 4 характеризуется рассматриваемое направление, и показывается, что проблема построения и развития теорий систем высших классов и поставленная в разделе 3 проблема построения теорий, описывающих объект “со всех сторон”, есть, в сущности, одна и та же проблема. В разделе 5 уточняется проблема создания аппарата синтеза теорий и обсуждаются некоторые ее аспекты. В разделе 6 устанавливается логический статус направления. Раздел 7 содержит упомянутый выше вариант аппарата синтеза теорий.

В заключении кратко резюмируются основные положения работы.

Следует сказать, что вся работа носит предварительный, постановочный характер и потому содержит часто, в большей или меньшей степени, расплывчатые формулировки определений, тезисов, предположений и утверждений.

## 1. Об определении понятия “система”

Различные определения понятия “система” содержатся во многих работах по теории систем и в немалой доле их звучит претензия на окончательный, универсальный, наиболее адекватный характер определений (см., например, [1, 3]). Не оригинальные в этом отношении, мы также разовьем тот взгляд на понятие “система”, который положен в основу в данной работе.

Будут приведены несколько формулировок, характеризующихся все более возрастающей строгостью. При этом определения 1, 2, 3 претендуют на универсальность или максимальную широту, понимаемую в том смысле, что всякий объект, удовлетворяющий какому-либо определению системы, удовлетворяет (или однозначно определяется объектом, который удовлетворяет) и нашему определению. Разумеется, это утверждение не претендует на категоричность и носит характер тезиса, его обоснованиям авторы предполагают посвятить самостоятельную работу. Дальнейшие определения 4, 5 уже являются альтернативами. Возможность некоторых других альтернатив отмечается ниже в замечании 2 к определению 4.

**Определение 1.** Системой называется любой объект, рассматриваемый с некоторой точки зрения.

Таким образом, согласно определению 1 система есть пара: объект + точка зрения. Точка зрения выделяет группу отношений между элементами объекта. Поэтому системой можно было бы назвать объект с выделенной группой отношений. Однако, нам удобно иметь дело с

тем, с чем имеет дело человек, и, следовательно, с некоторым представлением отношений, в частности, с точкой зрения.

Из определения 1 вытекает, что возможны системы с разными точками зрения и одним и тем же объектом, а также с одной и той же точкой зрения, но с разными объектами. Таким образом, объект определяет класс точек зрения, а точка зрения – класс объектов. Класс точек зрения близок к понятию системы в смысле Шрейдера [3], а класс объектов – понятию “аксиоматизируемый класс моделей” [11].

Но что такое точка зрения? Как она может быть выражена? Если придерживаться применительно к науке тезиса: ясный взгляд на положение вещей может быть ясно изложен (ср. “кто ясно мыслит, тот ясно излагает”), то точка зрения как предмет нашего рассмотрения может быть заменена описанием объекта.

**Определение 2.** Системой называется любой объект вместе с его описанием.

Как в процессе исследования, так и в процессе проектирования описание относится, как правило, не к одному объекту, а к целому классу объектов. Таким образом, описание объекта явно или неявно содержит критерий принадлежности объекта рассматриваемому классу, т. е. содержит определение объекта этого класса. В конце концов, можно допустить (а мы так и сделаем), что класс объектов, удовлетворяющих определению, может состоять из одного объекта или вообще быть пустым. По существу, именно это определение, заключенное в описании объекта, и отражает точку зрения на систему. Поэтому очередное уточнение понятия системы поставляет следующее определение.

**Определение 3.** Системой называется определение, выделяющее класс объектов, вместе с фиксированным объектом этого класса.

Теперь остается уточнить понятие определения. Этому вопросу посвящена огромная литература, берущая свое начало еще из трудов мыслителей древности. Мы, однако, стремясь к приложениям, хотим видеть в этом понятии достаточно ясный смысл и конструктивное содержание. Поэтому мы следуем в этом вопросе традициям математики. В современной математике (но не в математической логике) под определением, с точки зрения того смысла, которое мы в это понятие вкладываем, понимается совокупность трех конечных классов объектов:

1. Основные (или исходные) понятия;
2. Исходные отношения между исходными понятиями;
3. Аксиомы, т. е. условия (или исходные свойства), которым должны удовлетворять исходные отношения.

Изложенная конструкция определяет неформальную аксиоматическую теорию [4]. Объект, который удовлетворяет такому определению, называется интерпретацией теории. Таким образом, получаем следующее определение.

**Определение 4.** Системой называется неформальная аксиоматическая теория (или задающее ее определение) вместе с фиксированной ее интерпретацией.

По поводу последнего определения 4 сделаем два замечания.

**Замечание 1.** В неформальную аксиоматическую теорию помимо нашего основного определения (которое по причинам, ясным из нижеследующего текста, мы будем называть фундаментальным определением) входят еще теоремы (производные свойства) и так называемые внутренние определения (производные понятия и отношения). При этом реально достаточно сложные неформальные теории излагаются не в том порядке, как это было указано выше, а “постепенно расширяясь”. Именно, сначала формируются некоторые исходные понятия, исходные отношения и аксиомы. Затем излагаются некоторые теоремы и внутренние определения. Полученная теория расширяется с помощью новых исходных понятий, исходных отношений и аксиом и т. д. Таким образом, мы можем уже здесь наблюдать в несколько завуалированном виде синтез теорий.

**Замечание 2.** Дальнейшие экспликации понятия определения в виде формальных теорий (систем) поставляют нам математическая логика. Однако мы выбираем несколько другой путь, имея в виду излагаемый ниже вариант аппарата синтеза теорий, основанный на теории структуры Н. Бурбаки [2]; это, в свою очередь, совсем не исключает, а скорее даже предполагает, создание других аппаратов или языков синтеза теорий, лежащих на путях использования других традиционных (классических и неклассических) формальных систем и/или логик.

С нашей точки зрения наиболее адекватно понятие неформальной аксиоматической теории эксплицируется (и даже формализуется) понятием рода структуры в смысле Н. Бурбаки [2]. Мы хотим придти к понятию рода структуры с помощью экспликации (в теоретико-множественных терминах) понятия неформальной аксиоматической теории, налагая на него некоторые “естественные” требования. При этом мы получим экстенциональное определение рода структуры, т. е. определение класса структур данного рода.

Интенциональное определение, которое мы предполагаем известным, содержится в [2].

Итак, проанализируем изложенную выше конструкцию, названную (фундаментальным) определением. Каждому исходному понятию может быть сопоставлено некоторое неопределенное множество объектов (элементов), удовлетворяющих этому понятию. Например, понятию “точка” в аксиоматике геометрии сопоставляется множество точек, понятию “прямая” – множество прямых и т. д.

Что при этом должно быть сопоставлено отношению между исходными понятиями? Алгебраическое понятие отношения как подмножества декартова (прямого) произведения множеств слишком стеснительно для нас. То же относится и к понятию алгебраической системы [11]. Например, понятие непрерывности формируется в рамках

понятия топологического пространства, а последнее определяется как множество с заданным на нем семейством некоторых подмножеств, т. е. подмножеством булеана (булеан – множество всех подмножеств), которое не представимо в виде подмножества декартовой степени; подмножество булеана, в свою очередь, есть элемент булеана булеана. Заметим, что и отношение как подмножество декартова произведения множеств также можно рассматривать как элемент булеана декартова произведения. Достаточно ясно, что продолжая эти рассуждения мы придем к выводу: понятие отношения с теоретико-множественной точки зрения должно охватывать элементы множеств, называемых ступенями, которые задаются выражениями, составленными из булеанов и прямых произведений исходных множеств. Оказывается, этого и достаточно: любой вид отношения между исходными понятиями можно представить в таком виде. Последнее утверждение носит характер тезиса, обоснованию которого авторы предполагают посвятить самостоятельную работу.

Наконец, мы хотим рассмотреть с теоретико-множественной точки зрения понятие аксиомы. Очевидно, аксиомы выделяют из ступени только те элементы, которые им удовлетворяют, и, кроме того, накладывают некоторые ограничения на исходные множества. Поэтому аксиомам можно сопоставить частичное отображение некоторой конечной декартовой степени универсума в универсум (универсум – класс всех множеств), причем каждый образ должен быть подмножеством ступени, образованной в соответствии с заданной последовательностью операций булеанов и прямых произведений, одной и той же для всех образов отображения. Такая последовательность операций булеанов и прямых произведений называется схемой конструкции ступени (ср. [2], стр. 242).

Теперь потребуем, чтобы на элементы исходных множеств, в частности, на их внутреннюю структуру, не накладывалось никаких ограничений. Это требование в какой-то степени отражает требование “абстрактности”, состоящее в том, что объекты, удовлетворяющие исходным понятиям, могут быть “любой” природы. С другой стороны, нас интересуют только взаимоотношения между понятиями, через которые эти понятия и определяются, а не сами объекты, которые им сопоставляются. По тем же причинам естественно потребовать, что исходные понятия или множества были независимы так, что, например, на их пересечения не накладывалось бы условий.

Все эти требования заведомо удовлетворяются, если аксиомы представляют собой “переносимое соотношение”. С рассматриваемой нами теоретико-множественной точки зрения это означает, что введенное выше частичное отображение степени универсума в универсум должно быть частичным функтором.

$$B_{ij}E_{ns} \times \dots \times B_{ij}E_{ns} \rightarrow B_{ij}E_{ns},$$

где  $B_{ij}E_{ns}$  – категория, в которой объекты – множества, а морфизмы – биекции. Другими словами, биективные соответствия между двумя

наборами исходных множеств должны индуцировать биективные соответствия между их образами при рассматриваемом частичном отображении. Итак, мы приходим к определению рода структуры как частичного функтора  $f: B_{ij}E_{ns} \rightarrow V_{ij}E_{ns}$ , заданного вместе со схемой конструкции ступени над  $n$  – множествами и такого, что если  $f(X_1, \dots, X_n) = Y$ , то  $Y$  есть подмножество ступени над  $X_1, \dots, X_n$ , построенной в соответствии с заданной схемой конструкции ступени (ср. [7]). С этой точки зрения интерпретации теории естественно сопоставить такой набор из  $n+1$  множества  $X_1, \dots, X_n, Y$ , что  $Y \in f(X_1, \dots, X_n)$ . При этом  $Y$  называется структурой данного рода на базисных множествах  $X_1, \dots, X_n$ .

**Определение 5.** Системой называется род структуры вместе с фиксированной структурой этого рода на данных множествах.

Заметим, что мы не рассматривали вспомогательных базисных множеств, предполагая, что их нет. Нетрудно распространить определение рода структуры как функтора на случай, когда имеются вспомогательные базисные множества. Для этого просто надо рассматривать схему, конструкцию ступени над  $n+m$  множествами, из которых последние  $m$  множеств считаются заданными для данного рода структуры и независимыми от структуры данного рода.

## 2. О частных теориях систем, ориентированных на приложения

В настоящем разделе анализируется понятие “частная теория систем”.

Под частной теорией систем мы понимаем теорию (пока в любом смысле), предметом рассмотрения которой являются системы некоторого класса. В свете предыдущего § 1 естественно считать, что теория включает внутри себя определение системы данного класса. Таким образом, все системы данного класса, как предмета теории, имеют одно и то же определение. Другими словами, на языке математической логики, предметом теории является аксиоматизируемый класс моделей. Мы будем называть его просто классом систем.

Далее, теория, очевидно, должна описывать свойства систем рассматриваемого класса, которые после приведения, быть может гипотетического, к аксиоматическому виду должны стать либо аксиомами (и тогда войти в определение), либо теоремами. Наконец, в теории формируются новые понятия, которые после аксиоматизации становятся внутренними определениями. Если к тому же теория носит прикладной характер, она должна содержать методы решения задач, формулируемых в терминах этой теории. Итак, в частной прикладной теории систем мы выделили следующие составные части:

- фундаментальное определение;
- теоремы;
- внутренние определения;

- методы решения задач.

Проанализируем подробнее понятие задачи. Заметим сначала, что теорию можно рассматривать как модель (в частности, математическую модель) объекта (или класса объектов, или класса систем). Роль значений переменных модели играют, в предположении, что определение представлено в виде рода структуры, базисные множества, структура, а также внутренние определения, т. е. определяемые множества, для которых естественно потребовать, чтобы определяющие их выражения были переносимыми терминами ([2] стр. 282).

В этих терминах задача есть выражение некоторого определяемого множества  $\Pi$  через базисные множества, структуру и другие определяемые множества  $\Pi_1, \dots, \Pi_n$  и заключается в нахождении способа, позволяющего строить множество  $\Pi$  (т. е. значение некоторой переменной), если заданы базисные множества, структура и множества  $\Pi_1, \dots, \Pi_n$  (т. е. значения других переменных).

Все введенные понятия могут быть при необходимости уточнены, но эта задача выходит уже за рамки настоящей работы.

Наконец, мы выделяем следующие ступени абстрагирования или, точнее, конкретизации теории, если речь идет о приложении математической теории (сравните [10], стр. 49):

1. Формальная теория (например, теория в исчислении предикатов), рассматриваемая только с синтаксической точки зрения;

2. Математическая теория, т. е. формальная система вместе с математической (например, теоретико-множественной) семантикой (но не интерпретацией), т. е. со смыслом элементов формальной теории (а не со значением их как переменных);

3. Содержательная теория, т. е. математическая теория с содержательной семантикой, т. е. со значением смысла элементов теории в терминах области приложения;

4. Лингвистическая интерпретация, т. е. содержательная теория вместе со значениями переменных в терминах имен элементов рассматриваемого объекта, как объекта приложения теории; другими словами, интерпретация математической теории. Лингвистическую интерпретацию мы называем ниже в разделе 5 описанием, придавая этому термину не совсем тот же смысл, который придавался ему в определении 2 раздела 1;

5. Материальная интерпретация, т. е. сам объект приложения теории, рассматриваемый вместе с выделяемой группой элементов, отношений и свойств. Заметим, что роль материальной интерпретации могут выполнять такие объекты, как сами теории, идеи и т. п., одним словом, все то, что может подвергаться исследованию или просто рассмотрению, в том числе и воображаемые объекты.

Если в качестве теории взять сетевую модель строительства здания, то роль математической теории играет понятие графа (как отношения)

со взвешенными вершинами и ребрами (но не со значениями соответствующих переменных). Роль формальной теории – формализация, скажем, на языке 1-й ступени [11]. Роль содержательной теории, или точнее, роль содержательной семантики играет смысл, придаваемый переменным: вершины – работы, дуги – связи между работами (или наоборот), веса – длительности работ и т. д. Роль лингвистической интерпретации, точнее, роль значений переменных играют список работ, список связей между работами, оценки длительностей работ и т. д. Наконец, роль материальной интерпретации играет сам процесс строительства, выполняемые работы и т. д.

### **3. Проблема совершенствования организаций и направление синтеза теорий**

Проблема совершенствование организаций существует с незапамятных времен, она возникла вместе с сознательным разделением труда и явилась его следствием. Однако в настоящее время эта проблема приобрела качественно новые стороны, благодаря таким факторам, как:

- а) резкое увеличение сложности и масштабов организаций (как по “максимуму”, так и “в среднем”);
- б) появление принципиально новых методов организационного управления;
- в) появление принципиально новых технических средств (прежде всего, ЭВМ);
- г) появление принципиально новых методологических подходов к совершенствованию организаций (прежде всего, системный подход как таковой, а также его версии: проблемно-ориентированный подход, нормативное проектирование и т. д.);
- д) резкое увеличение удельного веса научных исследований в этой области;
- е) резкое увеличение общего объема работ в этой области (рост числа и масштаба организаций, кадров, затрачиваемых средств).

Действие этих факторов сместило акценты в области совершенствования организаций, выдвинув на первый план проблему описания организации с тем, чтобы принимаемые решения учитывали все аспекты функционирования организации, с одной стороны, и чтобы различные подсистемы относительно своего функционирования были согласованы между собой, с другой стороны. Одним из самых многообещающих направлений в решении проблемы совершенствования является проектирование (или конструирование) организаций. Но процесс проектирования в реализации основного своего потенциального преимущества – контролировать все необходимые взаимосвязи в организации – наталкивается на значительные трудности. Каждый аспект организации должен рассматриваться в процессе проектирования с учетом результатов соответствующей



теории (или науки), даже более того, основываясь на последних. Но взаимоотношения различных аспектов слабо отражаются в специальных теориях, т. е. взаимоотношение между различными теориями не составляло до последнего времени предмета какой-либо специальной теории или научного направления. Традиционно теории, исследующие различные стороны объектов (в том числе, организаций: экономика, социология, психология, техника и т. д.), развивались и в значительной степени продолжают развиваться более или менее изолированно, основной акцент делая на все более глубоком исследовании явлений и расширении класса исследуемых явлений, т. е. на все более широком применении. С точки зрения предыдущих разделов 1 и 2 это означает, что, если можно так выразиться, единицей научного рассмотрения выступает теория с множеством своих интерпретаций. Это обстоятельство можно охарактеризовать как триумфальное шествие анализа.

Но проектирование (более общо, создание) любых систем, а организаций в особенности, требует поставить во главу угла синтез знаний, даваемых специальными (или частными) теориями, описывающими отдельные стороны объекта. В терминах тех же разделов 1, 2 это означает, что во главу угла ставится объект со всеми теориями, интерпретацией которых он является. Знание объекта как целого требует своей фиксации в виде самостоятельной теории, вбирающей в себя необходимые результаты частных теорий. Отсутствие таковой и ведет к несогласованному проектированию отдельных аспектов (подсистем) организации. Таким образом, практика проектирования организации как целостного объекта выдвигает проблему анализа взаимоотношений между теориями и синтеза последних в единую теорию. В силу развитости и разнообразия частных теорий эта проблема требует для своего разрешения длительных разносторонних исследований, которые, как предполагают авторы, должны вылиться в самостоятельное научное направление, называемое условно в настоящей работе направлением синтеза теорий.

#### **4. Общая характеристика направления синтеза теорий. Проблематика и метод**

Направление синтеза теорий характеризуется следующими отличительными чертами.

1) Во главу угла ставится задача изучения систем высших классов. В разделе 1 мы уже отмечали (замечание 1), что формирование теорий происходит, в действительности, с помощью постепенного расширения теорий. При этом более простые теории вкладываются в более сложные теории. Таким образом, на классе всех теорий систем возникает, после отождествления вкладывающихся друг в друга теорий, отношение частичного порядка. Максимальные элементы (на сегодняшний день) относительного этого отношения, а также "близкие" к ним и называются

теориями высших классов систем. Таким образом, это понятие относится не к объекту (как части понятия “система”, см. определение 1), а к точке зрения (соответственно, к описанию или к определению) на объект. С этих позиций, сложность системы рассматривается не с точки зрения сложности объекта, а с точки зрения сложности определения (или теории). Примерами теории систем высших классов могут служить теория развивающихся систем Б. Н. Михалевского [8], высшие классы систем в смысле К. Боулдинга [9] и т. п.

2) На первый план выступает не изучение отдельных теорий, а изучение взаимоотношений между частными теориями, в первую очередь, в процессе синтеза теорий.

В этом смысле успех развития теорий систем высших классов зависит не от скорейшего продвижения вперед в деле более глубокого развития частных теорий, а от скорейшего продвижения “назад”, от изучения взаимоотношений между уже существующими теориями. Ибо именно установление этих взаимоотношений, с одной стороны, открывает, в первую очередь, путь к изучению систем высших классов, а с другой стороны, открывает широкие возможности и новые перспективные направления в самих частных теориях.

Проблема развития теорий систем высших классов является другой стороной указанной выше, в разделе 3, проблемы всестороннего теоретического исследования объекта как целого. Интерпретация такой теории представляет собой объект, на который распространяются результаты всех частных теорий, вложенных в данную. Таким образом, если в разделе 3 мы пришли к необходимости синтеза частных теорий, отталкиваясь от объекта, от проблемы представления совокупного знания о нем в единой теории, то в настоящем разделе 4 мы пришли к этой же задаче, отталкиваясь от проблем развития науки о системах в целом.

3) Для реализации 1 и 2 необходимо иметь аппарат (или аппараты) синтеза теорий, который позволял бы говорить о вложении синтезируемых теорий в синтезированную теорию. Ясно, что для этого теории должны быть представлены в некотором стандартном стилизованном виде. Само понятие теории должно включать те составные части, которые перечислены в разделе 2. Подробнее этот вопрос обсуждается в следующем разделе 5.

Таким образом, главной задачей в становлении и первоначальном развитии направления синтеза теорий является разработка средств теоретической работы, в частности, аппарата синтеза теорий. При такой постановке вопроса, при условии создания указанного аппарата, оказывается эффективным использование ЭВМ для синтеза теорий и вся теоретическая работа приобретает “индустриальный” характер.

## 5. Синтез интерпретаций и синтез теорий

В настоящем разделе мы хотим противопоставить так называемому системному способу синтеза описаний указанный выше способ синтеза определений и теорий, а также рассмотреть последний более подробно.

Рассмотрим теорию и класс ее интерпретаций. Предположим, что одни из объектов-интерпретаций можно синтезировать из других, т. е. получать одни из других с помощью выполнения стандартных “физических” операций. Предположим, далее, что эти операции можно описать в терминах вход–выход, т. е. зная значения переменных теорий для тех объектов, над которыми выполняется операция, можно установить (вычислить) значения переменных для объекта, который получается в результате выполнения этой операции. Если назвать описанием объекта теорию вместе со значениями ее переменных (см. выше раздел 2), то в рассмотренной ситуации синтез описаний (т. е. выполнение над ними операций) определяет синтез объектов или, другими словами, синтез описаний объектов представляет собой в определенном смысле описание синтеза объектов. Заметим, что вместо “физических” операций над объектами можно рассматривать более общий случай сопоставления одним объектам (или парам, тройкам и т. д. объектов) других. Например, если в качестве объектов выступают конечные совокупности элементов, снабженных именами, то описанием будет просто список имен элементов, входящих в данный объект. Теория здесь состоит из одной переменной (одного базисного множества), значениями которой являются конечные списки (без учета порядка следования). Над описаниями можно совершать теоретико-множественные операции пересечения объединения и т. д., которые определяют операции (в смысле сопоставления, см. выше) над объектами–совокупностями. Примером же синтеза теорий здесь будет получение теории, скажем, с двумя переменными из теории с одной переменной (точно операцию мы здесь не определяем). С точки зрения логики отделить системный способ синтеза описаний от синтеза теорий не столь просто. Один из способов это сделать состоит в том, чтобы потребовать следующее: операциям должны подвергаться не только константы. Следовательно, теории, над которыми выполняются операции, должны содержать переменные, а не только одни константы. Заметим, что описания, как мы их определили, если и могут рассматриваться как теории, то только как теории, состоящие из констант. Конечно, здесь еще остается ряд “темных мест”, но мы не будем стараться ставить все точки над “и”.

Следует иметь в виду, что обычно описания представляют собой интерпретации (или их имена) внутренних определений теории, и, таким образом, операции над описаниями укладываются в схему методов решения задач, формируемых в той или иной теории (см. раздел 2).

Пример системного способа синтеза описаний представляет собой аппарат агрегатов (с операциями–сопряжениями) [6]. В некоторых

современных работах ставится вопрос об исследовании взаимоотношений между интерпретациями разных теорий.

Теперь рассмотрим несколько подробнее синтез теорий.

Мы исходим из того, что аппарат синтеза теорий должен содержать следующие элементы:

а) форма представления теорий;  
б) система операций над теориями, представленными в требуемой форме;

в) стандартные или базовые теории, суперпозиции операций над которыми позволяли бы получать необходимые теории в той или иной области.

Это требование в одинаковой степени относится как к применению в проектировании систем, так и в развитии собственно направления, хотя аппараты для этих двух случаев могут потребоваться разные.

Форма представления теорий и система операций образуют логическую часть аппарата, в то время как базовые теории, представленные в требуемой форме, должны явиться результатом совместной работы специалистов по частным теориям, специалистов по логической части аппарата (логиков, математиков) и представителей собственно направления синтеза теорий или специалистов по теориям систем высших классов.

Остановимся теперь на одной возникающей здесь проблеме. Что происходит с интерпретациями описания и методами решения задач при синтезе теорий?

Синтезируются ли описания (в смысле разделов 2 и 5) вслед за теориями или имеет смысл говорить об описании только для синтезированной теории? Наследуются ли методы решения задач или они перестают быть пригодными или эффективными? Пока можно только сказать, что этот вопрос следует рассматривать для каждой операции в отдельности, и потому ответ в значительной степени зависит от логической части аппарата синтеза теорий.

## **6. Логико-методологический статус направления синтеза теорий**

С логико-методологической точки зрения в настоящей работе обсуждается вопрос о взаимоотношении теорий систем в процессе их синтеза. Если принять точку зрения В.Н. Садовского [1], согласно которой общая теория систем есть метатеория по отношению к частным теориям систем отдельных классов, то настоящую работу так же, как и обсуждаемое направление синтеза теорий (во всяком случае, в главной своей части создания средств теоретической работы, см. ниже), следует отнести к общей теории систем. Действительно, создание средств теоретической работы не есть развитие или построение теории какого-либо класса, но ее предметом являются сами эти теории (вместе с их предметами). То же относится и к настоящей работе.

Ту же мысль, снова согласно [1], можно выразить в более общих терминах. Если различать содержательный, теоретический и метатеоретический уровни в исследовании систем, то направление синтеза теорий должно относиться к последнему.

## 7. Основы аппарата синтеза родов структур

В настоящем параграфе изложены некоторые операции над родами структур в тех же терминах, в которых было дано “экстенциональное” определение рода структуры в разд. 1. Мы дадим только определения операций над родами структур, опуская проверку их корректности, т. е. тот факт, что в результате мы каждый раз будем получать род структуры. Преобразование понятия рода структуры к виду текста и представление операций как операций над текстами – предмет отдельной работы, носящей, впрочем, в значительной степени технический характер, хотя и требующей преодоления некоторых принципиальных трудностей.

Наконец, отметим, что излагаемые ниже операции составляют лишь часть (хотя и основную) комплекса операций, перевод которых на “текстовой” язык образует логическую часть аппарата синтеза родов структур.

Напомним, что род структуры  $\Sigma$  задается:

- а) натуральным числом  $n \geq 1$ ;
- б) частичным функтором  $f: B_{ij}E_{ns} \rightarrow B_{ij}E_{ns}$ ,
- в) схемой конструкции ступени над  $n$  термами  $S$  (см. [2], стр. 242).

Причем должно выполняться условие  $f(X_1, \dots, X_n) \subset S(X_1, \dots, X_n)$ , где  $S(X_1, \dots, X_n)$  – ступень над термами  $X_1, \dots, X_n$ , соответствующая схеме  $S$ . Мы будем условно писать  $\Sigma = (n, f, S)$ .

Структурой данного рода  $\Sigma$  на множествах  $X_1, \dots, X_n$  называется элемент (ср. [2], стр. 245):  $Y \in f(X_1, \dots, X_n)$ .

Класс всех структур рода  $\Sigma$  обозначим через  $\tilde{\Sigma}$ , так что  $\tilde{\Sigma} = \cup f(X_1, \dots, X_n) \in D(f)$ , где  $D(f)$  – область определения функтора  $f$ , и положим, кроме того,

$$\hat{\Sigma} = \{(X_1, X_2, \dots, X_n, Y) \mid Y \in f(X_1, \dots, X_n)\}.$$

Квазипереносимым термом (ср. [2], с. 281) рода структуры назовем пару  $(\Pi, S)$ , где  $\Pi$  – функтор:

$$\Pi: I_{S0} \hat{\Sigma} \rightarrow B_{ij}E_{ns},$$

а  $S'$  – схема конструкции ступени над  $n$  термами ( $I_{S0} \hat{\Sigma}$  – категория с классом объектов  $\hat{\Sigma}$  и с морфизмами–изоморфизмами структур; (см. [2], с. 247), удовлетворяющую условию  $\Pi(X_1, \dots, X_n) \subset S'(X_1, \dots, X_n)$ .

### Операция $Op_1$ (свободное произведение)

Пусть  $\Sigma_i = (n_i, f_i, S_i)$  ( $i = 1, 2$ ) – два рода структуры. Положим  $\Sigma = Op_1(\Sigma_1, \Sigma_2)$ , где  $\Sigma = (n, f, S)$  определяется следующим образом:

- а)  $n = n_1 + n_2$ ;

$$\text{б) } f: B_{ij}E_{ns}^n \rightarrow B_{ij}E_{ns}$$

$$(X_1, \dots, X_n) \mapsto f_1(X_1, \dots, X_n) \times - f_2(X_{n_1+1}, \dots, X_n),$$

в) S определяется так, чтобы

$$S(X_1, \dots, X_n) = S_1(X_1, \dots, X_n) \times - S_2(X_{n_1+1}, \dots, X_n).$$

(с помощью операции  $S_1 \times - S_2$  можно уточнить эту операцию над схемами конструкции ступени, см. [2], сноску на стр. 282).

#### Операция Ор<sub>2</sub> (прямое произведение)

Пусть  $\Sigma_i$  ( $i = 1, 2$ ) – два рода структуры и  $n_1 = n_2$ . Тогда положим  $\Sigma = \text{Op}_2(\Sigma_1, \Sigma_2)$ , где  $\Sigma = (n, f, S)$  определяется следующим образом:

а)  $n = n_1$

$$\text{б) } f: B_{ij}E_{ns}^n \rightarrow B_{ij}E_{ns}$$

$$(X_1, \dots, X_n) \mapsto f_1(X_1, \dots, X_n) \times - f_2(X_{n_1+1}, \dots, X_n),$$

в)  $S = S_1 \times S_2$  (см. там же).

#### Операция Ор<sub>3</sub> (родовое усиление)

Пусть  $\Sigma_i$  ( $i = 1, 2$ ) – два рода структуры, причем  $n_1 = n_2$ ,  $S_1 = S_2$ . Тогда положим (в том же смысле, как и выше)

а)  $n = n_1 = n_2$ ,

$$\text{б) } f(X_1, \dots, X_n) = f_1(X_1, \dots, X_n) \cap f_2(X_{n_1+1}, \dots, X_n),$$

в)  $S = S_1 = S_2$ .

#### Операция Ор<sub>4</sub> (терм-вложение)

Пусть  $\Sigma_i$  ( $i = 1, 2$ ) – два рода структуры и  $\tilde{P}_1, \dots, \tilde{P}_{n_2}$ , – квазипереносимые термы рода структуры  $\Sigma_i$ , среди которых могут быть и совпадающие;  $\tilde{P}_i = (P_i, S'_i)$ ,  $i = 1, \dots, n_2$ .

Положим  $\Sigma = \text{Op}_4(\Sigma_1, \Sigma_2; \tilde{P}_1, \dots, \tilde{P}_{n_2})$ , где

а)  $n = n_1$ ,

$$\text{б) } f(X_1, \dots, X_n) = f_1(X_1, \dots, X_n) \times f_2(\tilde{P}_1(X_1, \dots, X_n), \dots, \tilde{P}_{n_2}(X_1, \dots, X_n)),$$

в) S определяется так, чтобы

$$S(X_1, \dots, X_n) = S_1(X_1, \dots, X_n) \times S_2(S'_1(X_1, \dots, X_n), \dots, S'_{n_2}(X_1, \dots, X_n)).$$

#### Операция Ор<sub>5</sub> (булеанизация)

Пусть  $\Sigma_i = (n_i, f_i, S_i)$  – род структуры. Тогда положим  $\Sigma = \text{Op}_5(\Sigma_1)$ , определив  $n, f, S$  следующим образом:

а)  $n = n_1$ ,

$$\text{б) } f(X_1, \dots, X_n) = 2^Y, \text{ где } Y = f_1(X_1, \dots, X_n);$$

в)  $S = P(S_1)$  (см. там же).

В аппарате используется еще несколько операций, носящих вспомогательный характер.

\* \* \*

Резюмируем кратко основные положения данной статьи.

Статья посвящена характеристике направления синтеза теорий и обоснованию гипотезы о ее возникновении. Проектирование организаций рассматривается в ней как одно из направлений совершенствования организаций.

В настоящее время в силу действия ряда факторов на первый план в процессе проектирования организаций выступает проблема формирования и фиксации представления об объекте проектирования как едином целом, рассматриваемом с разных сторон; каждый аспект организации есть предмет соответствующей частной теории систем.

Представление знаний о проектируемом объекте, содержащихся в отдельных слабо связанных между собой, но весьма развитых теориях, требует анализа взаимоотношений и создания средств синтеза частных теорий систем. Возникает необходимость в развитии специального теоретического направления, называемого в работе направлением синтеза теорий, которое характеризуется своим предметом и методом исследования.

Та же проблема анализа взаимоотношений между различными теориями систем и их синтеза возникает и в связи с задачей построения и развития теорий систем высших классов.

Устанавливается логико-методологический статус и дается общая характеристика направления синтеза теорий. Это направление относится к метатеоретическому уровню исследования систем и потому должно найти свое место в общей теории систем.

В связи с анализом проблематики рассматриваемого направления обсуждается и фиксируется точка зрения авторов на такие вопросы, как определение понятий “система” и “теория систем”, уровни абстрагирования теорий, отношение между синтезом теорий и синтезом интерпретаций.

Изложены основы построения логической части аппарата синтеза родов структур в “экстенциональном” изложении. Рассматриваемый аппарат представляет собой один из возможных вариантов аппарата синтеза теорий. Выделяются составные части такого аппарата в общем случае.

Работа ориентирована на привлечение внимания к постановке направления синтеза теорий.

## Список литературы

1. Садовский В. Н. Основания общей теории систем. М., “Наука”, 1974.
2. Бурбаки Н. Теория множеств. М., “Мир”, 1965.
3. Шрейдер Ю. А. Язык описания систем. // “Системные исследования”. Ежегодник. М., “Наука”, 1973.
4. Столл Р. Р. Множества. Логика. Аксиоматические теории. М., “Просвещение”, 1968.
5. Никаноров С. П., Персиц Д. Б. Проектирование целостных систем организационного управления. // “Внедрение в строительство электронно-вычислительной техники и создание

- автоматизированной системы управления (ОАСУ “Энергия”) в энергетическом строительстве” М., Информэнерго, 1974.
6. Бусленко Н. П., Калашников С. Г., Коваленко И. Н. Лекции по теории сложных систем. М., “Советское радио”, 1972.
  7. Букур И., Деляну А. Введение в теорию категорий и функторов. М., “Мир”, 1972.
  8. Михалевский Б. Н. Система моделей среднесрочного народнохозяйственного планирования. М., “Наука”, 1972.
  9. Боулдинг К. Е. Общая теория систем – скелет науки. // “Исследования по общей теории систем”. М., “Прогресс”, 1969.
  10. Черч А. Введение в математическую логику, т. 1. М., “Иностранная литература”, 1960.
  11. Мальцев А. И. Алгебраические системы. М., “Наука”, 1970.



