

Уемов А. И.

Системный подход и общая теория систем.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МЫСЛЬ»

1978

Текст книги сканировали
И. Янушевич и А. Цофнас
в 2006 г.

ИМ
У32

РЕДАКЦИИ
ФИЛОСОФСКОЙ
ЛИТЕРАТУРЫ

Уемов А. И.

У 32 Системный подход и общая теория систем. М.,
«Мысль», 1978
272 с.

В монографии рассматриваются философские проблемы системных исследований, значение системного подхода для изучения сложных явлений действительности, для практики, излагается один из вариантов системного построения – так называемая параметрическая теория систем. Метод построения такой теории основан на применении положений материалистической диалектики, в частности метода восхождения от абстрактного к конкретному. В работе дается анализ фундаментальных понятий этого подхода: понятия системы и основных ее закономерностей, системных параметров и свойств; разрабатывается специальный формальный язык системных исследований, с помощью которого формулируются основные положения теории.

ИМ

У $\frac{10501-108}{004(01)-78}$ БЗ-10-3-77

© Издательство «Мысль». 1978

ПРЕДИСЛОВИЕ

Научно-техническая революция связана не только и не столько с развитием традиционных наук, таких, как физика, математика, химия, биология, но и с возникновением новых наук. Примеры быстрого развития науки нетрудно найти в прошлом. Стоит только вспомнить появление классической механики, исчисления бесконечно малых, коперниканскую революцию в астрономии, теорию Дарвина или революцию в физике на рубеже XX в. Для современной научно-технической революции более специфично иное – появление новых подходов к исследованию окружающего нас мира, новых наук, связанных с этими подходами, и техники, новой не по характеру источника потребляемой энергии или обрабатываемого сырья, а по самим задачам, решаемым с ее помощью. Так, если раньше любая техника могла лишь увеличивать *физическую* мощь человека, то современные электронно-вычислительные машины умножают его *интеллектуальные* возможности.

Использование новых наук и научных направлений, таких, как кибернетика, системный анализ, экономико-математическое моделирование, позволило с помощью современной электронно-вычислительной техники более эффективно организовать производство, и это имеет гораздо большее значение для повышения производительности труда, чем простое наращивание мощностей. В этом отношении социалистическое народное хозяйство обладает еще колоссальными резервами. Поэтому не случайно, что на XXIV и XXV съездах КПСС такое большое внимание уделялось проблемам организации производства, совершенствованию системы управления.

Однако в процессе развития науки важны не только такого рода системы. Ей часто приходится сталкиваться и с другими типами систем. Например, Солнечную сис-

тему или периодическую систему элементов Менделеева нельзя называть системами управления. То же самое следует сказать и о натуральном ряде чисел, распределении полезных ископаемых на территории страны. Поэтому естественно стремление к изучению любых систем. Оно получило реализацию в идее создания общей теории систем (ОТС). Над ее созданием в настоящее время интенсивно работают научные коллективы во многих странах. Несмотря на большие усилия, до сих пор не существует общепринятой общей теории систем, хотя многие идеи этой теории нашли практическое применение. На базе этих идей разработаны методы решения народнохозяйственных проблем, получившие название системного анализа¹.

Использование системного анализа дает большой экономический эффект, поэтому овладение им – одна из актуальных задач, на которую особое внимание было обращено на XXIV съезде КПСС. «Наука серьезно обогатила теоретический арсенал планирования, разработав методы экономико-математического моделирования, системного анализа и другие, – подчеркнул Л. И. Брежнев. – Необходимо шире использовать эти методы, быстрее создавать отраслевые автоматизированные системы управления, имея в виду, что в перспективе нам предстоит создать общегосударственную автоматизированную систему сбора и обработки информации»².

Общая теория систем и системный анализ представляют собой особые формы проявления того подхода к исследованию, который можно назвать «системным». Последний тесно опирается на определенные философские предпосылки. По сути дела системный подход представляет собой конкретизацию и развитие принципов материалистической диалектики. Через системный подход марксистско-ленинская философия значительно более тесно связана с проблемами развития народного хозяйства, чем через науки «классического» типа, такие, как физика, химия и т.д.

То же можно сказать о методе экономико-математического моделирования, представляющего собой один из типов моделирования вообще. Метод моделирования,

¹ См. Оптнер С. Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. М., 1969.

² XXIV съезд КПСС Стенографический отчет, т. I. М., 1971, с. 92.

равно как и системный подход к исследованию, – важные разделы методологии науки, развитие которой является задачей нашей философии. Таким образом, выявляется прямая связь между философией диалектического материализма и актуальными проблемами развития народного хозяйства.

На первых этапах становления системного анализа, общей теории систем и других форм системного подхода особенно большую роль играют общеметодологические, философские проблемы. Здесь необходимо выяснить, что такое система, каким образом можно представить объект в виде системы, создать типологию систем, определить условия оптимального функционирования различных типов систем и т.д.

Эффективность практического применения системного подхода к конкретным проблемам развития народного хозяйства существенным образом зависит от глубины разработки методологических проблем.

Сейчас можно видеть – и это весьма отрадно, – что, казалось бы, абстрактные категории и положения диалектического материализма находят конкретное применение в развитии народного хозяйства. Такая ситуация в истории философии является уникальной. Вместе с тем конкретно-научная разработка различных форм системного подхода к исследованию дает новые данные для решения философских проблем.

За последние годы в нашей стране издан ряд фундаментальных работ по системным исследованиям³. Все это облегчает задачи, стоящие перед автором данной книги. Наша цель состоит в развитии одного из вариантов общей теории систем, разрабатываемой на протяжении более десятка лет участниками семинара по системным исследованиям: вначале при кафедре философии Одесского университета, а в настоящее время при отделе теории управления и системного анализа Одес-

³ См. Проблемы методологии системного исследования. М., 1970; Урманцев Ю. Симметрия природы и природа симметрии. М., 1974; Блауберг И. В., Юдин Э. Г. Становление и сущность системного подхода. М., 1973; Садовский В. Н. Основания общей теории систем. М., 1974; Тюхтин В. С. Отражение, системы, кибернетика. М., 1972; Оруджев З. М. Диалектика как система. М., 1973; Кузьмин П. В. Принцип системности в теории и методологии К. Маркса. М., 1976; Гладких Б. А. и др. Основы системного подхода и их применение к разработке территориальных автоматизированных систем управления, Томск, 1976.

ского отделения Института экономики АН УССР. В работе этого семинара принял участие большой коллектив исследователей, состоящий из представителей самых различных специальностей. Это – философы, математики, экономисты, физики, химики, лингвисты, биологи, геологи, инженеры, врачи, архитекторы и музыковеды. Всех их объединил интерес к системному подходу, к разработке общей теории систем и выяснению ее методологических оснований.

Без жарких дискуссий, которые были на этом семинаре, автору не удалось бы обосновать те идеи, которые изложены ниже. Поэтому они по существу представляют собой продукт коллективного творчества. Автор выражает сердечную признательность всем своим коллегам, чьи советы и критика оказали неоценимую помощь в его работе. Особенно хотелось бы выразить благодарность за помощь в подготовке рукописи к печати Л.Н. Терентьевой и В.Ю. Жарикову.

МАТЕРИАЛИСТИЧЕСКАЯ ДИАЛЕКТИКА И СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ

1. ПРИНЦИП ВЗАИМОСВЯЗИ КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

Успехи кибернетики и других наук о системах привели к широкому распространению системного подхода к исследованию. В связи с этим иногда возникают вопросы, не вытесняет ли этот подход материалистическую диалектику, не является ли он подменой диалектики? Это опасение проявилось в ряде статей¹ и писем в редакции газет и журналов.

Для такого рода опасений нет никаких оснований. Как правильно пишут И.В. Блауберг и Э.Г. Юдин, главная ошибка рассуждений о подмене диалектики системным подходом «заключается в неразличении и отождествлении разных уровней методологии научного познания. Диалектика, как известно, представляет собой наиболее адекватную форму философской методологии. Этим определяется как ее общенаучное значение, так и способ выполнения ею своих методологических функций. В частности, диалектика не выступает и не может выступать в роли конкретно-научной методологии, и пытаться трактовать ее таким образом – значит объективно принижать ее методологическое значение...

В отличие от диалектики системный подход, структурализм и структурно-функциональный анализ представляют собой специализированную методологию, хотя и имеющую общенаучное значение»².

7

¹ См., например, *Федорович В. А.* Неисчерпаемость материя и категория структуры. – "Ученые записки МГПИ им. В. И. Ленина", 1970, № 409.

² *Блауберг И. В., Юдин Э. Г.* Становление и сущность системного подхода. М., 1973, с. 97–98.

Практическое применение материалистической диалектики особенно эффективно тогда, когда используются определенные опосредующие звенья. Они могут иметь различный характер. Например, исторический материализм представляет собой конкретизацию материалистической диалектики применительно к общественным явлениям, «диалектика природы», разработанная Ф. Энгельсом в книге того же названия, к анализу явлений природы. Конечно, и в отдельном явлении проявляются диалектические закономерности. Каждый закон диалектики можно проиллюстрировать примерами из любой области действительности. Но диалектика, как подчеркивал В. И. Ленин, не сводится к сумме примеров³. Системный подход к исследованию как раз и представляет собой одну из форм конкретизации принципов диалектики, прежде всего принципа взаимосвязи явлений.

Известно, что у Энгельса имеются два определения материалистической диалектики. Это: 1) наука о всеобщих законах движения и развития природы, человеческого общества и мышления⁴ и 2) наука о всеобщей связи⁵. Давая определение диалектики как науки о всеобщей связи, Ф. Энгельс ссылается на три основных закона всеобщего развития⁶. Однако, несмотря на фиксируемую таким образом тесную связь, эти два определения не тождественны, так же как не тождественны друг другу принцип развития и принцип связи. В них выделяются различные аспекты диалектики. Различие между ними становится весьма существенным в тех случаях, когда рассматриваются объекты, развитие которых имеет чрезвычайно медленный характер сравнительно, например, с историей развития человеческого общества. К таким объектам относятся законы физики, и сводить диалектику только к аспекту развития, как это иногда делается, – значит крайне сужать сферу ее применения. То же самое относится и к таким абстрактным объектам математики и логики, как геометрические фигуры, числа, логические связки. Здесь понятие развития оказывается вообще неприменимым. В подобных случаях следует говорить не о развитии объектов, а о развитии наших понятий об этих объектах.

³ См. Ленин В. И. Поли. собр. соч., т. 29, с. 316.

⁴ См. Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 145.

⁵ См. там же, с. 343.

⁶ См. там же.

В чем же конкретное содержание принципа взаимосвязи? Прежде чем ответить на этот вопрос, необходимо определить понятие «связь» и установить его отношение к другим понятиям.

Итак, что такое связь явлений?

При определении понятия «связь» авторы обычно ограничиваются общими ее характеристиками на интуитивном уровне, например, пишут: «Связь – это сторона отношения»⁷. Такую характеристику, очевидно, нельзя считать определением связи.

Можно предложить иной метод определения понятия связи, а именно путем фиксирования некоторых особенностей, которые отличают связи от остальных типов отношений. На наш взгляд, характер связи между объектами невозможно определить только на основе знания этих объектов. В этом особенность связей. Так, если мы знаем, что один предмет имеет объем 4 л, а второй – 2, то, не производя дальнейших изысканий, можем сказать, что одно тело в два раза больше, чем другое, что одно тело отлично от другого и т.д. Такого рода отношения, характер которых однозначно определяется соотносящимися объектами, можно назвать *внутренними*.

Эти отношения еще не являются связью. Для установления связи между объектами необходимо исследовать не только соотносящиеся объекты, но и то, что находится, грубо говоря, между ними, т.е. промежуточные звания. Ибо те или иные связи существуют при одних условиях и не существуют при других.

Примером ситуации, когда между объектами существуют отношения, но отсутствуют связи, может быть следующий. Если кто-либо утверждает, что одно тело движется быстрее другого, то очевидно, что между телами существует отношение. При этом предполагается еще один объект, а именно система отсчета. Такое отношение может быть названо *незавершенным*. Связь же представляет собой *завершенное* и вместе с тем в нашей терминологии *внешнее отношение*. Таковы особенности связей как вида отношений.

Исходя из этого определения, сравним два утверждения:

⁷ См. Новинский И. И. Понятие связи в марксистской философии. М., 1961, с.120.

1) Каждая вещь находится в некотором отношении к любой другой вещи.

2) Каждая вещь связана с каждой⁸.

Для того чтобы обосновать первое утверждение, достаточно сказать, что любая вещь чем-то похожа на любую другую и вместе с тем чем-то отличается от нее. Сопоставлять таким образом можно все, даже папу римского с $\sqrt{-1}$. В противоположность этому утверждение о всеобщей связи вещей является глубоко содержательным утверждением. Оно может быть обосновано лишь всей совокупностью практической деятельности человечества в целом. Эвристическая роль в познании принципа всеобщей связи огромна. Не выяснив еще характера связи между явлениями *a* и *b*, мы все же знаем, что такая связь существует, и поэтому ищем ее. История науки изобилует примерами установления связей между, казалось бы, совершенно не связанными друг с другом явлениями. Поэтому нужно быть чрезвычайно осторожным, вмешиваясь в течение процессов, происходящих в природе. Ибо может оказаться, что мы тем самым нарушаем такие ее связи, о которых мы и не предполагали и которые очень важны для нашей жизнедеятельности.

Диалектико-материалистическая трактовка связей характеризуется рядом существенных черт. Первая черта относится к *объективности связи*. Поскольку связь представляет собой особый случай отношений между явлениями, то объективность связи, в конечном счете, определяется объективностью отношений.

Метафизические материалисты, признавая объективное существование вещей, нередко игнорировали объективность отношений между ними. Например, Кондильяк считал задачей науки определение отношений тождества и различия между вещами, с помощью которых производится классификация вещей. Но это отношение у -- него оказывается субъективным: «Не существо вещей заставляет нас делать разделения на классы, но образ нашего понятия»⁹.

Метафизический метод у материалистов часто приводит к идеалистическим выводам. Идеалистически-мета-

10

⁸ См. Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 203.

⁹ Кондильяк. Логика или умственная наука, руководствующая к достижению истины, ч. 1. М., 1805, с. 47.

физическое понимание связей основано на признании их субъективности, зависимости от познающего субъекта. Связь, как и всякое другое отношение, с этой точки зрения, устанавливается субъектом. Такое ее понимание характерно для философии Канта и Фихте и многих других идеалистов. В философском словаре Радлова она выражена следующим образом: «Отношение (*relatio*) есть связь, в которую мышление ставит или которую мышление находит между двумя содержаниями сознания»¹⁰.

Такое понимание отношений широко распространено в современной буржуазной философии. Идеалисты доказывают истинность своего решения основного философского вопроса тем, что все сводят к отношениям, а отношения считаются чисто субъективными, зависящими исключительно от субъекта.

Для диалектического материализма само собой разумеющимся является признание объективности отношений, как и объективности вещей. Однако и в нашей философской литературе, к сожалению, нередко можно встретить явно или неявно выраженное отрицание объективности отношений. На наш взгляд, такое отрицание приводило некоторых философов к ошибкам в оценке теории относительности. Материя, по их мнению, – это вещи, что касается отношений, то они субъективны и поэтому не относятся к сфере материального. Значит, теория относительности – идеалистическая теория, которую следует заменить теорией быстрых движений. «Согласно точке зрения Эйнштейна, – писал, например, И. В. Кузнецов, – физические объекты *не имеют никаких определенных свойств* – ни длины, ни временной длительности, ни массы и т. п. По Эйнштейну, длина, временная длительность, масса и т. п. *создаются* самим *фактом измерения* этих величин наблюдателем и зависят от произвольно выбираемой им «точки зрения», мысленно конструируемой им системы координат. В зависимости от того, к какой системе координат *наблюдатель относит* рассмотрение объекта, объект якобы будет обладать тем или иным значением длины, временной длительности, массы и т. п. Поскольку один и тот же материальный объект может быть формально отнесен к бесконечно многим системам отсчета, то он в одно и то же

¹⁰ Радлов Э. Л. Философский словарь. М., 1911, с. 190.

время окажется обладающим бесконечным числом значений длин, временных длительностей, масс и т.п.»¹¹. Здесь, как видно, дано не вполне корректное изложение точки зрения Эйнштейна, которое могло служить неправильной оценке теории относительности. Авторы таких рассуждений, говоря о длинах и скоростях, игнорируют тесно связанное с ними понятие «расстояние». Поставим такой вопрос: каково расстояние до Одессы? Пока мы, наблюдатели и исследователи природы, не соотнесем Одессу с каким-то иным пунктом, вопрос не будет иметь смысла, ибо сама по себе Одесса не имеет расстояния, вернее, имеет бесчисленное множество расстояний, одно из которых и выбирается исследователем.

Но почему то, что верно и очевидно для понятия «расстояние», не может быть верно для «длин», «временных длительностей», «масс» и т. п., о которых также трактует теория относительности? Существует бесчисленное множество вещей. Человек может остановиться на одной из них. Точно так же имеется бесконечное множество отношений, в которых любая вещь находится к другим вещам. Мы можем выбрать любое из них. Нас, например, не удивляет, что кинетическая энергия ядра, вылетевшего из пушки, зависит от того, в каком отношении она рассматривается. Ядро убивает человека, стоящего на земле. Но, как известно, Мюнхаузен сидел на нем верхом, и оно не причинило ему никакого вреда, ибо относительно ядра наш герой находился в покое, и энергия ядра относительно нашего героя была равна нулю. Конечно, в более сложных случаях осмыслить объективность относительности бывает труднее.

Поставим вопрос: существовали ли отношения между вещами, равно как и свойства вещей, до человека и человечества? Или же тогда были одни вещи, без свойств и отношений? Если мы дадим положительный ответ на этот вопрос – а он, как нам кажется, очевиден – и будем исходить из ленинского определения материи как объективной реальности, данной нам в ощущениях, то отсюда следует, что понятие материальности относится не только к вещам, но также и к свойствам и к отношениям вещей; что же касается идеального, наших понятий, то они тоже имеют структуру, выражаемую с по-

12

¹¹ Кузнецов И. В. Советская физика и диалектический материализм. – Философские вопросы современной физики. М., 1952, с. 49.

мощью вещей, свойств и отношений. Например, понятие об ужине в отличие от самого ужина будет «идеальной вещью», «наглядность» будет «идеальным свойством» и «вкуснее» – «идеальным отношением». Не было бы человечества, не было бы таких вещей, свойств и отношений. Но независимо от человечества существуют такие вещи, как Солнце, такие свойства, как электропроводность, и такие отношения, как «больше».

Вопрос о первичности и вторичности в рамках основного вопроса философии имеет смысл лишь по отношению к материальному и идеальному, но не по отношению к вещам, свойствам и отношениям.

Мы подробно остановились здесь на проблеме объективности отношений потому, что от ее решения *зависит сама суть понимания системного подхода*. Если не понять *объективности отношений*, то относительность системного представления объектов будет восприниматься как субъективизм, а понятие системы, в котором заключается эта относительность, будет трактоваться так же, как в свое время некоторыми философами понимались физические объекты в теории относительности, т.е. как «мысленные конструкции человека, как свободное творение разума».

Следующей характерной чертой диалектико-материалистического понимания связей между вещами является *признание их существенности для самих вещей*. Конечно, метафизики признают, что явления реально, фактически связаны друг с другом. Но, с их точки зрения, они могут в принципе существовать и вне этой связи. Например, атом взаимодействует с другими атомами, но в принципе он якобы может существовать и в том случае, если вокруг него будет уничтожена вся остальная вселенная. Его сущность при этом не изменится. На самом же деле – и эта точка зрения сейчас является общепринятой среди физиков-теоретиков – об элементарной частице вообще не имеет смысла говорить вне ее отношения к окружающей среде, которую, однако, совсем не обязательно отождествлять с макроприбором. Иными словами, взаимосвязь является существенным свойством элементарных частиц.

Вместе с тем значимость связей для самого существования объектов далеко не всегда очевидна. И многие исследователи, признающие это в одних случаях, например для существования тех или иных свойств вещей,

остерегаются признать истинность этого же утверждения в других случаях, скажем, для самих вещей.

Третьей чертой диалектико-материалистического понимания связей между процессами является *признание многообразия этих связей*. Метафизики не видят качественного различия между разного рода связями. Для них каждая связь, поскольку она существует, может иметь такое же значение, как и всякая другая.

Различие между метафизиками и диалектиками в вопросе о многообразии связей в том, что первые исходят из жестко очерченного многообразия типов связей, полагая, что то, что не укладывается в эти известные им типы, вовсе не является связью, тогда как вторые настаивают на относительности границ между типами связей, на переходе одного типа в другой и на том, что то, что кажется нам на данном этапе развития науки совершенно не связанным друг с другом, может быть связано, но это связь нового, ранее неизвестного типа. Таким образом, диалектика нацеливает на поиск, на дальнейшее исследование там, где метафизика его прекращает.

Четвертой характерной чертой диалектико-материалистического понимания связей является то, что *диалектика и* противоположность метафизике *понимает связи как взаимные*, т.е. как *взаимосвязи*. Ф. Энгельс, отмечая характерные особенности диалектики, пишет, что она «берет вещи и их умственные отражения в их взаимной связи, в их сцеплении...»¹².

В.И. Ленин также говорит не просто о связи между явлениями, об их действии друг на друга и т.д., а о взаимосвязи, взаимодействии, взаимозависимости. «Причина и следствие, — писал он, — ерго, лишь моменты всемирной взаимозависимости, связи (универсальной), взаимосцепления событий, лишь звенья в цепи развития материи»¹³.

Взаимодействием причины и действия объясняется имеющий большое значение в химии принцип Ле-Шателье, согласно которому любое внешнее воздействие (причина), изменяющее условия химического равновесия (действия), испытывает на себе противодействующее влияние со стороны этих изменившихся условий. Если

14

¹² Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 22.

¹³ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 143.

материальную систему (например, смесь газов) нагревать, то в ней возникают процессы, противодействующие этому нагреванию. Таким образом, действие здесь влияет именно на свою, породившую его причину. Оба эти процесса – влияние причины на действие и действия на причину – происходят одновременно.

Положение о взаимном характере связей понятно и не вызывает возражений применительно к причинным связям. Здесь мы постоянно наблюдаем обратное воздействие следствия на породившую его причину. Но как быть со связями генетическими? Будущее генетически связано с прошлым – это ясно. Новое возникает из недр старого. Но возможна ли обратная связь – прошлого с будущим, старого с новым?

Конечно, если отождествлять генетические связи с причинными, то мы придем к абсурдным утверждениям: будущее не может причинно определить прошлое, поскольку время необратимо. Но причинные связи – это лишь частный случай связей вообще. Если же рассматривать генетические связи именно как генетические, проявляющиеся прежде всего в том, что в одном состоянии мы находим некоторые элементы другого состояния, то взаимный характер этих связей также становится понятным. В самом деле, не только в новом мы находим некоторые черты старого, в будущем – некоторые элементы прошлого, но и, наоборот, в старом состоянии есть элементы, ростки или предпосылки для нового, в прошлом – зародыш будущего. Так, например, в древнерусском языке в зародыше существовали такие элементы, которые развились в будущем. Деньги появились задолго до возникновения капитализма, при котором только в полной мере проявились их функции.

Диалектико-материалистическое понимание взаимосвязи между явлениями включает также признание их *универсального* характера. Другими словами, с точки зрения материалистической диалектики связи существуют не только внутри какой-либо замкнутой области явлений, например между физическими явлениями или между языковыми явлениями, они существуют между всем, что есть в природе.

Мысль об универсальном характере связей между явлениями подчеркивается В.И. Лениным в «Философских тетрадах». Выделяя элементы диалектики, он пишет: «Отношения каждой вещи (явления etc.) не только

многообразны, но всеобщы, универсальны. Каждая вещь (явление, процесс etc.) связаны с каждой»¹⁴.

В отличие от этого метафизический подход к объективному миру признает лишь ограниченный характер взаимосвязи между явлениями. Например, в законе тяготения Ньютон выразил связи между материальными телами вселенной. Каждое материальное тело, утверждал он, находится в гравитационном взаимодействии с любым другим телом. Различия заключаются лишь в величине этого гравитационного взаимодействия. Однако абсолютное пространство и абсолютное время у Ньютона оказались не связанными с материальными телами и их движениями.

Универсальный характер связей, т.е. связь каждого явления с любым другим, есть логическое следствие признания того, что не существует абсолютно изолированных явлений. В самом деле, если каждое явление связано с другими, то или эта связь будет охватывать все, что существует в мире, или каждое явление будет связано лишь с некоторыми явлениями, т.е. будут существовать группы взаимосвязанных объектов. Но каждую из этих групп, поскольку она представляет собой совокупность связанных друг с другом явлений, можно рассматривать как единое целое, как одно явление. Тогда предположение о существовании таких групп будет означать признание наличия явлений, абсолютно изолированных от остального мира, что противоречит данным науки. Таким образом, отрицание абсолютно изолированных явлений приводит нас к положению об универсальном характере мировой взаимосвязи.

Разумеется, понять эту универсальность взаимосвязи вещей можно лишь в том случае, если учитывать качественное многообразие связей между ними. Она имеет смысл только при том условии, если не сводить все связи к какому-либо одному их типу.

Метафизики полагают, что связи возможны лишь между отдельными, отличными друг от друга объектами. *Рефлексивная* связь, т.е. связь предмета с самим собой, ими отвергается. Для них связь *A* с *B* означает, что *A* и *B* существуют вне друг друга. Поэтому метафизическая концепция движения, как пишет В. И. Ленин, либо вообще не рассматривала вопрос о причине этого

¹⁴ Там же, с. 203.

движения, либо переносила ее вовне, т.е. на бога, субъекта и т.д.¹⁵. Диалектическое понимание связи в этом вопросе существенно отличается от метафизического. Для диалектики источник движения материи, т.е. то, что движет материю, находится не вне ее, а в ней самой. Эта мысль впервые была выдвинута Спинозой в понятии природы как *causa sui*, т.е. «причины самой себя». Как отмечал Ф. Энгельс, «...спинозовское: *субстанция есть causa sui* (причина самой себя. – *Ред.*) – прекрасно выражает взаимодействие ...»¹⁶.

Признание внутреннего характера взаимодействия дает возможность говорить, например, о взаимодействии между содержанием и формой. Содержание и форма взаимодействуют, но это не значит, что форма находится вне содержания. Форма является организацией самого содержания и взаимодействует с ним именно как эта организация. Далее, можно говорить также о взаимодействии целого и части. Часть в составе целого совсем не то, что она представляет собой сама по себе, вне этого целого. Целое влияет на часть, и наоборот, но это не значит, что часть целого существует отдельно от этого целого.

В квантовой механике существует положение о взаимодействии частицы самой с собой, т.е. вводится такое понятие, которое кажется совершенно абсурдным при метафизическом понимании взаимодействия. Состояние микрочастицы в квантовой механике определяется как результат взаимодействий – суперпозиции двух или нескольких состояний этой же частицы. Происходит в подлинном смысле взаимодействие частицы самой с собой.

Наконец, необходимо отметить еще одну важную особенность диалектико-материалистического понимания взаимосвязей, а именно *признание относительного характера взаимосвязи вещей*. Каждую категорию диалектика понимает в единстве с ее противоположностью. Например, необходимость предполагает случайность, движение – покой. Точно так же признание взаимосвязей между явлениями предполагает существование и противоположности этой взаимосвязи – *изолированности*.

Устанавливая одни связи между явлениями, мы тем

¹⁵ См. там же, с. 317.

¹⁶ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 546.

самым отрицаем другие. Например, марксистская наука, выявив подлинные причины развития общества, тем самым установила, что судьба человечества не определяется произволом отдельных личностей. В физике нередко речь идет о замкнутых системах. Важнейший закон физики – закон сохранения энергии – сформулирован применительно именно к замкнутой системе.

Подобно тому, как случайность является формой проявления необходимости, а покой – частным случаем движения, так и изолированность является частным случаем 'взаимной связи между явлениями. «Замкнутая система» в физике является абстракцией, отвлечением от существующих связей. Но это отвлечение является оправданным в том случае, когда связи, от которых отвлекаются, не существенны для изучения данного явления.

Итак, мы выяснили основные черты диалектико-материалистического понимания принципа взаимосвязи.

Каким же образом диалектика как теория развития, взаимосвязи конкретизируется в системном подходе к исследованию и какую роль в этом подходе играют проанализированные выше особенности понимания связей? Прежде чем отвечать на этот вопрос, следует ответить на вопрос, поставленный А.Н. Аверьяновым: «Почему требуется введение в терминологический аппарат категории «система», в то время как, казалось бы, можно продолжать пользоваться прежними понятиями «вещь» и «объект», которые в сущности также являются определенным отражением оформленной материи?»¹⁷ Дело в том, что категория «вещь» вследствие своего абстрактного характера при применении к конкретным проблемам более эффективна, если она определенным образом конкретизирована. Понятие системы как раз и является такой конкретизацией категории «вещь». Это убедительно показано Ф. Энгельсом на основе определенных представлений о строении материи, распространенных в естествознании той эпохи. «Вся доступная нам природа, – писал он, – образует некую *систему*, некую совокупную связь тел, причем мы понимаем здесь под словом тело все материальные реальности, начиная от звезды и кончая атомом и даже частицей эфира, поскольку

¹⁷ Аверьянов А. Е. Категория «система» в диалектическом материализме. М., 1974, с. 11.

признается реальность последнего»¹⁸. И далее: «...какого бы взгляда ни придерживаться относительно строения материи, не подлежит сомнению то, что она расчленена на ряд больших, хорошо отграниченных групп с относительно различными размерами масс, так что члены каждой отдельной группы находятся со стороны своей массы в определенных, конечных отношениях друг к другу, а к членам ближайших к ним групп относятся как к бесконечно большим или бесконечно малым величинам в смысле математики. Видимая нами звездная система, солнечная система, земные массы, молекулы и атомы, наконец, частицы эфира образуют каждая подобную группу»¹⁹.

Здесь представлена определенная иерархия систем, не потерявшая своего значения и в настоящее время, хотя конкретные представления о различных ее уровнях существенным образом изменились.

Наиболее существенно, и это правильно подчеркивает А.Н. Аверьянов, что понятие системы определяется как через понятие тела, так и через понятие связи. Система, по Ф. Энгельсу, – это особый тип вещей, представляющий собой тела, расчленяемые на взаимосвязанные элементы.

Конечно, системами являются не только материальные вещи, но и мысленные, идеальные объекты. Однако и при таком понимании существенным является взаимосвязь этих объектов. Естественно, что типы связей, существующие в такой, например, системе, как знание, не могут не отличаться от типов связей в материальных телах. Тем не менее для любых связей верны те диалектико-материалистические характеристики, о которых говорилось выше. Системный подход к исследованию означает рассмотрение исследуемых объектов в качестве систем. А это в свою очередь предполагает анализ взаимосвязей в рамках каждой системы.

Всегда ли необходимо рассматривать объекты как систему? Отнюдь нет. Кроме системного подхода к исследованию существуют и другие подходы, столь же правомерные и предполагающиеся диалектикой. Например, структурный подход, который, с нашей точки зрения, не тождествен системному подходу, хотя и связан

¹⁸Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 392 (курсив наш. – А. У.).

¹⁹Там же, с. 585.

с ним. Подробнее о соотношении структурного и системного подхода речь будет идти ниже. Структурный подход как таковой предполагает исследование многообразия отношений между объектами, отвлекаясь от природы этих объектов. При этом можно отвлечься и от связей между этими объектами. Например, можно изучать возрастную структуру народонаселения как совокупность отношений между численностью людей, достигших того или иного возраста. При этом вовсе не предполагается какой-либо связи между этими людьми и не существенны все остальные характеристики людей.

Структурный подход, успехи которого, особенно в логике, математике и лингвистике, несомненны, нельзя рассматривать как конкретизацию того аспекта диалектики, о котором речь шла выше. Он является конкретизацией диалектического понимания соотношения формы и содержания, которое, как известно, предполагает относительную самостоятельность формы, ее независимость от содержания.

Каждая из конкретизаций диалектики представляет собой переход на более низкий уровень методологии научного познания. Это проявляется, в частности, в сужении сферы данного подхода. Структурный подход применим лишь там, где возможно абстрагировать структуру от ее носителя. Системный подход эффективен лишь там, где целесообразно рассматривать объект как систему. Как правильно пишут И. Блауберг и Э. Юдин, «в отличие от диалектики и философской методологии вообще системный подход и аналогичные ему методологические направления, даже с учетом их общенаучного характера, применимы не ко всякому научному познанию, а лишь к определенным типам научных задач, находящихся, так сказать, в юрисдикции соответствующего подхода»²⁰.

В этой связи было бы неправильным расширительное толкование системного подхода как любого исследования системы. Не всякое исследование, например Солнечной системы или системы элементов Менделеева, представляет собой пример применения системного подхода к исследованию. Систему можно исследовать и не системно. Так, с нашей точки зрения, не будет систем-

20

²⁰ Блауберг И. В., Юдин Э. Г. Становление и сущность системного подхода, с. 98.

ным подходом простое выявление свойств отдельных планет с последующим соотношением их друг с другом. Перейдем теперь к выяснению вопроса о том, каким образом сформулированные выше характерные черты диалектико-материалистического понимания связей между явлениями находят свое выражение в системном подходе.

1. *Объективность связей между явлениями*, их независимость от нашего сознания означает и *объективность систем*. Материальные системы существуют независимо от человеческого сознания. Разумеется, поскольку имеются идеальные объекты, то существуют и идеальные системы. В этих системах связи будут субъективными. Такого рода системы являются вторичными, производными от объективных, ибо сознание не только отражает мир, но и творит его. Оно не только отражает системы, но и создает их.

Противопоставление объективного и субъективного в системах нельзя отождествлять с антитезой абсолютного и относительного. Ниже этот вопрос будет рассмотрен подробно в связи с определением понятия «система».

2. *Существенность связей* между явлениями означает, что *вещь всегда существует в какой-то системе*. Вне системы объекты существовать не могут. Будучи изъяты из одной системы, они тем самым попадают в другую систему, приобретая новые качества. Поэтому системный подход к исследованию объекта требует рассмотрения этого объекта в качестве элемента некоторой системы.

3. *Многообразие типов связей* определяет и соответствующее *многообразие типов систем*, образованных с помощью этих связей. То, что на первый взгляд не представляется в виде системы, при более углубленном изучении может быть представлено таким образом.

4. Поскольку *всякая связь является взаимосвязью* это означает, что *на одном и том же субстрате могут быть построены по крайней мере две системы, отличающиеся друг от друга направлением связей между элементами*. Так, например, если объект *a* связан с *b* ($a \rightarrow b$) и они составляют одну систему, то и объект *b* связан с *a* ($b \rightarrow a$), и это может быть уже другой системой. *Однозначность объекта не определяет однозначности его системного рассмотрения.*

5. Из универсальности взаимосвязей вытекает универсальность системы, иными словами, любые объекты могут быть представлены как некоторые системы. Это утверждение на первый взгляд противоречит сказанному выше. Однако такое противоречие возникает лишь в том случае, если исходить из того или иного конкретного определения системы. Ниже будут рассмотрены те условия, при выполнении которых системное рассмотрение предметов действительно будет обладать свойством универсальности.

6. Рефлексивность связей означает, что система не обязательно предполагает расчленение объекта на вне-положенные друг другу элементы. Рефлексивное отношение, соотносящее объект сам с собой, также может быть системообразующим.

7. Из признания относительного характера связи следует, что понятие системы имеет смысл в противопоставлении с коррелятивным ей понятием. Каким именно? Некоторые полагают, что противоположным по отношению к «системе» понятием является понятие «среда». Действительно, любая система существует в некоторой среде. Однако противоположность «системы» и «среды» – это отношение между объектами, а не понятиями. Среда противостоит системе не как нечто отличное от системы, а как иная система. Например, функционирование сердца как системы можно понять лишь в том случае, если среду, в которой функционирует сердце, также рассматривать как систему.

Понятием же, противоположным «системе», является понятие «не-система». Тот факт, что в русском языке нет позитивного термина для обозначения этого понятия, затушевывает его, но не может служить аргументом против его существования. «Не-система» – контраридикторная противоположность «системе». Для обозначения контраридикторной противоположности служит термин «хаос».

Таким образом, мы выяснили ряд общих характеристик системного подхода, которые представляют собой результат конкретизации соответствующих характеристик диалектики как учения о всеобщей связи явлений. Мы рассмотрели лишь некоторые, на наш взгляд, существенные черты системного подхода. Из них очевидна бессмысленность противопоставления системного подхода материалистической диалектике. Успехи системного

подхода тем самым – это и успехи диалектики. Поэтому широкое применение системного подхода не может умалять значения диалектики.

Мы охарактеризовали системный подход пока лишь в самых общих чертах. Дальнейшее рассмотрение будет связано с новыми формами его конкретизации.

Выше говорилось, что конкретизация подходов к исследованию связана с сужением сферы его применимости. Однако сфера применимости понятия «система» может быть и расширена, если в качестве системообразующего отношения будет использована не только связь, но и ее аналоги, например *порядок*. Тем характеристикам, которые были выделены выше для отношений типа связи, могут удовлетворять и другие отношения. Если эти отношения будут взяты в качестве системообразующих, то мы получим такое системное рассмотрение объектов, которое удовлетворяет всем требованиям диалектического понимания связей. Независимо от конкретной природы этих отношений системный подход, основанный на таком понимании системы, которое удовлетворяет приведенным выше характеристикам, может рассматриваться как обобщенная конкретизация материалистической диалектики.

Чем же вызывается потребность в такой конкретизации? Для ответа на этот вопрос необходимо более подробно рассмотреть уже упомянутые выше особенности развития современного научного знания.

2. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И СОВРЕМЕННАЯ НАУКА

Кажется совершенно естественным, что появление новой науки или ее раздела оправдано лишь тогда, когда открывается новый объект исследования. Так, проникновение науки в тайны атома привело к созданию атомной физики. Химия полимеров возникла в связи с синтезом этих веществ.

Но что же явилось толчком к усиленному исследованию систем? Что здесь было открыто нового? Ведь системы существовали и в прошлом. Отвечая на этот вопрос, В. Н. Садовский пишет: «В настоящее время системная проблематика и соответствующая терминология прочно вошли в сознание современного ученого, инженера, практика. Систему и системность мы сегодня усмат-

риваем буквально во всем – теоретически любой объект научного исследования может быть рассмотрен как особая система; системность характеризует процесс познания таких объектов; современная техника имеет дело с созданием систем большого масштаба, систем «человек–машина»; к категории сверхсложных систем мы отнесли человеческий мозг, сообщества организмов, сложнейшие производственные объединения, социальный строй общества; в качестве особых систем в рамках науковедения рассматриваются наука и организация научной деятельности; человек в современном мире действует, оперируя многочисленными системами: лингвистическими, логическими, психологическими, он входит в окружающие его производственные, организационные и т. п. системы. Анализ системности в результате этого оказывается одной из важнейших современных философских и специально-научных задач»²¹. Отсюда можно сделать вывод, что системный подход стал необходим в связи с созданием систем большого масштаба. На наш взгляд, это не совсем так. Мы уже говорили, что сложные системы существовали и раньше. Такими были сообщества организмов, социальные, лингвистические, психологические, логические системы и многие другие. И несмотря на это, тогда системный подход не был столь актуальным, как сейчас. С нашей точки зрения, понять причины актуализации системного подхода может помочь исследование закономерностей развития науки, логической реконструкции знания. Анализ состояния науки только в данный момент не может дать ответ на вопрос о перспективах ее развития. Для того чтобы иметь возможность делать прогнозы, необходимо сравнивать ее состояния в разные периоды времени.

Анализируя положение в науке на нынешнем этапе, многие ученые говорят об «информационном взрыве», «информационном , кризисе». Американский ученый Прайс утверждает, что в связи с прогрессирующей перегрузкой научной информацией наука в будущем достигнет своего «потолка» и перестанет развиваться (произоидет сатурация, «насыщение науки»).

Непрерывно возрастает и средний возраст начинающего научного работника. Если раньше человек мог овладеть знаниями, необходимыми для самостоятельного

²¹ Садовский В. Н. Основания общей теории систем, с. 5.

научного творчества, приблизительно в возрасте 20 лет, то сейчас средний возраст начинающего научного работника поднялся до 25 лет. В будущем он будет еще выше, между тем как возраст максимальной научной продуктивности, по-видимому, останется постоянным для всех времен, поскольку биологическое развитие человека не может по своим темпам идти в сравнение с темпами развития науки.

Такие показатели развития науки, как число научных публикаций, растут настолько быстро, что уже сейчас в ряде отраслей знания легче получить тот или иной научный результат вновь, чем найти его в имеющейся литературе. Число людей, занимающихся наукой, растет таким образом, что уже современное поколение ученых по своей численности в 10 раз превышает количество всех ученых, когда-либо живших на Земле²². При действии нынешних закономерностей уже через 100–150 лет число научных работников оказалось бы равным всему населению земного шара²³. Отсюда многие ученые капиталистических стран делают вывод о неизбежном замедлении темпов развития науки. С этим нельзя согласиться. Диалектико-материалистический подход к проблемам логики научного познания и закономерностям развития науки позволяет наметить выход из такого положения. Сторонники «сатурации» исходят из увековечивания тех черт развития науки – особенностей получения и передачи информации, – которые были характерны в прошлом. Например, на протяжении ряда веков неизбежность увеличения среднего возраста начинающего научного работника преодолевалась путем все большей специализации ученого. Поскольку информации, накопленной, скажем, в биологии, становилось так много, что ее невозможно было усвоить одному человеку, то ученый выбирал одну из частей науки и становился в ней специалистом. Следующее поколение ученых уже выбирало лишь часть этой части и т.д. И так было во всех науках. В результате этого, как писал Н. Винер, «в настоящее же время лишь немногие ученые могут назвать себя математиками, или физиками, или биологами, не прибавляя к этому даль-

²² См. *Добров Г. М.* Наука о науке. Киев, 1966, с. 92.

²³ См. *Глушков В. М.* Мышление и Кибернетика. – Материалы к симпозиуму «Диалектика и современное естествознание:», вып. 3. М., 1966, с. 20.

нейшего ограничения. Ученый становится теперь топологом, или акустиком, или специалистом по жесткокрылым»²⁴.

Вместе с этим становится все более ясным, что для современного ученого необходимо получение сведений из других отраслей знания. Появление таких дисциплин, как биофизика, физическая химия, биохимия, химическая физика, бионика, математическая лингвистика, требует сочетания сведений из различных областей. Таким образом, налицо реальное противоречие в развитии науки.

В каком направлении можно искать выход? Выход может быть найден с помощью реорганизации знания, такой, при которой будет возможен возврат к специализации, но на новой основе, так, чтобы специализация не приводила к тем недостаткам, о которых говорилось выше. Раньше специалист изучал глубоко и всесторонне все более узкий класс вещей. Тип серьезного ученого-специалиста, «знающего все о немногом», противопоставлялся поверхностному дилетанту, знающему «немного обо всем». Такое противопоставление носит по сути дела метафизический характер. Оно предполагает, что проблемы в науке связываются в целостные комплексы только теми вещами, к которым они относятся. Более узкий круг вещей предусматривает более тесную связь между отдельными проблемами.

Однако диалектическое понимание взаимосвязей между явлениями, о которых шла речь выше, предполагает, что установление связей между ранее изолированными проблемами вместе с тем будет означать взаимо-изолирование тех проблем, которые раньше казались тесно связанными в рамках одного предмета. Рассмотрим в качестве примера проблему колебаний. Последние могут иметь место в разных вещах. Они могут быть и механическими, и акустическими, и электромагнитными и т.д. Если детально и всесторонне изучать вопрос о колебаниях, то необходимо заниматься механикой, акустикой и рядом других предметов. Здесь проявляется взаимосвязь различных наук. Но вместе с тем можно изучать колебания, игнорируя специфику вещей, в которых эти колебания имеют место. Эта специфика не-

²⁴ Винер Н. Кибернетика. М., 1958, с. 12.

существенна для той точки зрения, с которой подходит к своему предмету теория колебаний.

Специалист по теории колебаний – это специалист, знающий немного о многом. В еще большей мере таким специалистом является математик. Устанавливая хотя бы простейшие арифметические зависимости, он узнает по сути дела немного обо всем.

Математика долгое время была чуть ли не единственной наукой, которая могла абстрагироваться от специфики вещей и сосредоточиться на изучении некоторого типа отношений между ними – по преимуществу количественных, рассматривая сами эти отношения как особые «предметы».

За последнее время возникают и другие науки подобного типа. Около 30 лет назад возникла наука, открывшая новые горизонты в исследовании отношений. Речь идет о кибернетике. Появление ее вызвало серьезные затруднения в классификации наук. Дело в том, что нельзя было однозначно ответить на вопрос, какой класс вещей изучает кибернетика. Относится он к неживой, живой, одушевленной или неодушевленной природе? Некоторым ученым казалось, что если положения кибернетики относятся ко всем этим явлениям, то тем самым живая природа сводится к неживой, одушевленная – к неодушевленной. Это воспринималось как механицизм, метафизика, уже преодоленная развитием науки. На самом деле кибернетика не сводит высокоорганизованную материю к низкоорганизованной, ибо она не изучает ни ту, ни другую. Она исследует *отношения управления* и отношения, с ним связанные, независимо от их материальных носителей. Отсюда ее общий характер.

Отношение управления имеет место в объектах различной природы, например, в живых организмах и технических устройствах. Отсюда возникает возможность описания в единых терминах как технических систем управления, так и живых организмов. Общность кибернетики такого же рода, что и математики или теории колебаний. Кибернетика изучает только системы, в которых прослеживаются закономерности, описываемые понятием управления.

Конечно, существуют многие объекты, в которых управление либо вообще отсутствует, либо является несущественным. Для них могут оказаться существенными

другие свойства, которые требуют создания особых понятий. Если кибернетика является теорией систем управления, то естественно возникает вопрос: возможно ли создание теорий других типов систем? Да, возможно. Наряду с кибернетикой в последнее время возникает ряд теорий, изучающих другие типы систем. Таковы *теория открытых систем*, *теория линейных систем*, *теория больших систем*, *теория марковских систем*, *теория знаковых систем* (семиотика) и т.д.

Специалист в каждой из этих теорий может сосредоточиться на исследовании отношений определенного типа, игнорируя множество проблем, которые нельзя было игнорировать при прежнем, «содержательном» подходе.

Таким образом, у научного работника появляется возможность узнать все, что нужно для развития теории в более молодом возрасте, чем это требуется для того, чтобы стать вполне компетентным исследователем в традиционной области. Разумеется, число взаимосвязанных проблем и в новой отрасли знания быстро растет, так что стать специалистом в ней становится все труднее. Однако вместе с этим обнаруживаются новые взаимоизолированные комплексы, исследование каждого из которых становится особым разделом соответствующей науки. Такова диалектика развития науки, где взаимосвязь и взаимоизоляция выступают как противоположности, находящиеся в органическом единстве.

Таким образом, одной из предпосылок развития системного подхода в современной науке является бурный рост количества информации. Преодоление противоречия между ростом количества информации и ограниченными возможностями ее усвоения может быть достигнуто с помощью системной реорганизации знания.

Можно указать и на другие, быть может, не менее существенные предпосылки. Прошлые столетия были веками преимущественного развития естественных наук. Науки гуманитарного цикла казались менее практически значимыми. Вспомним героя повести Тургенева «Отцы и дети» – Базарова. Он проповедовал культ естественных наук. Сейчас, в век колоссального прогресса естествознания, эта проповедь показалась бы наивной. Но этот же прогресс выявил опасность развития лишь одного комплекса наук. Чем дальше, тем более становится очевидной необходимость развития не только фи-

зики, химии или биологии, но и наук гуманитарного цикла: социологии, экономики, медицины, педагогики, искусствovedения и др. Поэтому в последнее время наблюдается повышение интереса к гуманитарному знанию. Математизация знания захватывает и гуманитарные науки. Как известно, К. Маркс в беседе с Лафар-гом отметил, что каждая наука достигает совершенства постольку, поскольку ей удастся пользоваться математикой. Ф. Энгельс показал, насколько это удалось наукам его времени. И вывод его для того времени был довольно пессимистичен. Фактически математика применялась главным образом в науках о неживой природе²⁵. Тогда не было и речи о применении математики в истории или языкознании, медицине или педагогике, если, конечно, не считать самого элементарного использования арифметики при тех или иных подсчетах.

Сейчас положение существенно изменилось. Появились новые разделы математики, такие, как дискретная математика, включающая в себя высшую алгебру, математическую логику, теорию графов и т.д.. Благодаря этому математика завоевала прочные позиции в экономике, социологии, лингвистике. Известны примеры использования математики в таких науках, как история, искусствovedение, педагогика и медицина. Однако на пути продвижения математических методов в эти науки возникли серьезные трудности. Они обусловлены, кроме прочего, характером самого объекта этих наук. Оказалось, что с помощью математических методов зачастую удастся решить лишь второстепенные вопросы или же эти методы требуют столь жестких условий для своего применения, что становятся чрезвычайно далекими от практической реализации.

Трудности приложения математики к реальному миру связаны прежде всего с тем, что математика оперирует всегда особого рода абстракциями, которые можно назвать «математическими объектами». Например, числа, линии, фигуры не существуют в действительности в том виде, в каком их изучает математика. Для того чтобы математические методы оказались применимы к анализу реальных вещей, необходимо их предварительно представить в виде таких математических объектов, которые являются предметом исследования той или иной

²⁵ См. Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 587.

математической теории. И эта задача находится вне компетенции математики.

Процедуру представления реальных объектов в виде математических можно назвать *математической формализацией*, или просто *математизацией*. Большую роль здесь играет интуиция. В науках о неживой природе интуиции часто бывает достаточно для такой формализации объектов их исследования, ибо математические объекты моделируют объекты неживой природы довольно точно. Иная ситуация складывается в более сложных областях мира, изучаемых гуманитарными науками. Здесь необходимо вычленение *промежуточных звеньев* между математическим и реальным объектами. Представление объекта в виде системы и выделение для обстоятельного анализа структуры объекта и является таким промежуточным звеном, облегчающим математическое моделирование действительности. В основе математических моделей в экономике всегда находится то или иное системное представление моделируемого объекта. На этот этап составления математической модели часто не обращают должного внимания. Поэтому, на наш взгляд, прав В. С. Тюхтин, когда пишет: «Специфическая роль системно-структурного подхода заключается, по нашему мнению, прежде всего в том, что представление любых объектов как систем и определение их структур позволяют привлекать математические методы и язык и разрабатывать их применительно к новым типам и классам реально существующих (материальных и концептуальных) систем, т.е. систем-ноструктурный подход является одним из предварительных условий и путей математизации современной науки. Некоторые ученые – специалисты в области математического естествознания считают системный подход либо само собой разумеющимся, либо ненужным в силу его «тривиальности». Но это лишь кажимость, объясняемая в известной мере неразработанностью системного подхода (особенно применительно к изучению сложных систем) и недооценкой его как предварительного условия и средства математизации знаний»²⁶. Поэтому возражение против этого положения И. В. Блауберга, Э. Г. Юдина и В. Н. Садовского нам

30

²⁶ Тюхтин В. С. Отражение, системы, кибернетика, с. 35.

представляются не убедительными. Первые два автора критикуют связь реализации системного подхода с исследованием математических методов следующим образом: «Во-первых, эта тенденция не специфична для системного подхода – если, конечно, не отождествлять его со всем современным научным знанием. Во-вторых, использование математических (и более широко – формальных) методов становится эффективным лишь на базе решения содержательной методологической задачи представления объекта в качестве системы. А эта задача, как показывает, например, развитие экологии, отнюдь не тривиальна и решается далеко не однозначно»²⁷.

Однако разве это противоречит утверждению о необходимости системного представления объекта как промежуточного звена для математического моделирования? Наоборот, авторы говорят о том же – о представлении объекта в качестве системы. По-видимому, здесь имеет место смешение положения о системном подходе как условии математизации и математизации самого системного подхода. О последнем речь будет впереди.

Аргументы В.Н. Садовского более основательны. Он пишет: «Тенденция к выражению на языке математики закономерностей поведения исследуемых объектов возникла если не вместе с возникновением математики, то во всяком случае одновременно со становлением опытного естествознания и в течение долгих веков совершенно спокойно обходилась без системно-терминологического обрамления. И дело, конечно, заключается не в том, что ученые того периода не знали или не обращали внимания на соответствующие понятия; просто гносеологические условия применения математических методов исследования отнюдь не равнозначны с системно-структурным представлением объектов анализа. Для использования математики в исследовании тех или иных объектов достаточно, чтобы эти объекты демонстрировали повторяемость, периодичность своих свойств, обладали в той или иной степени инвариантными отношениями, имели закономерное распределение своих параметров и т.д. Никаких специфически системно-струк-

²⁷ Блауберг И. В., Юдин Э. Г. Становление и сущность системного подхода, с. 114.

турных свойств соответствующих объектов при этом не требуется»²⁸.

Но разве выделение инвариантных отношений и т.д. не производится с помощью системного представления объекта? Часто, конечно, можно обойтись без такого представления. Это делалось в естественных науках, о чем мы говорили выше. Но там, где предмет исследования более сложен, без системного представления объекта для выявления реализации тех условий, о которых говорит В. Н. Садовский, обойтись трудно, зачастую невозможно. Поэтому высказанные им соображения не опровергают мысли об особой важности системного подхода для математизации гуманитарного знания.

Заслуживает внимания и другая мысль В.Н. Садовского: «...системный (в терминологии В.С. Тютютина— системно-структурный.— А.У.) подход не есть некоторый подготовительный этап для осуществления других типов научного исследования, а представляет самостоятельную и, как показывает опыт, весьма перспективную стратегию развития современного научного знания. Конечно, как и всякая общенаучная методологическая концепция, системный подход ограничен в своих возможностях и средствах, но внутри своих границ он является суверенным и полноправным исследовательским методом»²⁹.

Системный подход действительно можно рассматривать как «суверенный и полноправный исследовательский метод». Однако этому не противоречит то, что его применение может выступать в качестве условия применения другого метода. Ведь может быть и противоположная ситуация: математизация способна облегчить применение системного подхода. Разве такое положение нарушит суверенность математики? Но В.Н. Садовский прав в том смысле, что не следует концентрировать внимание только на внешних функциях системного подхода.

Самостоятельность этого метода находит свое проявление в том, что он может выступать аналогом математики там, где обычная математика неприменима. И опять-таки, прежде всего, в сфере гуманитарного знания.

²⁸ Садовский В. Н. Основания общей теории систем, с. 42–43.

²⁹ Там же, с. 43.

Системное представление объекта независимо от уровня его формализации может служить не только подготовительной фазой к созданию математической модели, но и заменять эту модель. Ценность математической модели определяется тем, что результаты операций, которые над ней производятся (обычно это результаты вычислений), могут быть затем перенесены на свой прототип. Аналогичную роль может выполнять и системное представление, т.е. системная модель объекта. При этом условия применимости системной модели могут быть менее жесткими, чем условия применимости модели, построенной с помощью средств современной математики.

Предпосылками бурного развития системного подхода в современную эпоху являются также и достижения производственной практики. Конечно, производственная деятельность была основой жизни человечества на протяжении всего времени его существования. Тем не менее, нельзя не согласиться с С.П. Никаноровым, когда он в качестве важнейшего источника, порождающего «современное системное движение», указывает на «практику промышленности, техники, экономики, отчасти социально-политическую практику»³⁰. И раньше, пишет он, «определенная доля «системности» всегда присутствовала в мышлении и деятельности людей, иначе существование и развитие человеческих обществ было бы невозможно. Раскрывая книги XIX в. по технике, политэкономии и другим областям знания, мы обнаруживаем поразительное сходство рассуждений с теми, которые проводятся в системном анализе. Несомненно также, что существовали различные формы осознания системности. В этом смысле системное или несистемное мышление не является чертой какой-либо эпохи или периода развития...»³¹.

Тем не менее нынешний подъем «системного движения» по своему масштабу отличен от всего, что было раньше. И этот подъем «является отражением проблем, возникших в связи с резким увеличением интенсивности и широты воздействия общества на природу, бурным

³⁰ Никаноров С. П. Системный анализ и системный подход. – «Системные исследования, Ежегодник 1971. М., 1972, с. 55–56.

³¹ Там же, с. 57.

развитием промышленности, резким изменением системы социальных отношений»³².

В процессе развития производства закон перехода количественных изменений в качественные находит своеобразное проявление в изменениях взаимоотношения производства с наукой. Связь науки и производства существовала всегда. Уже Фалес Милетский использовал данные тогдашней науки для увеличения производства олив. Однако такого рода практика имела более или менее случайный характер. Впервые систематическое применение в производстве нашла не биологическая наука, а механика. Последняя исследует простейшую форму движения материи – механическое движение. Науки о более сложных предметах, например биология, вначале существовали в неразвитой форме. Здесь можно провести аналогию с развитием экономических категорий, детально проанализированном К. Марксом в экономических рукописях 1857–1858 годов. Маркс пишет: «...более простая категория может выражать собой господствующие отношения менее развитого целого или подчиненные отношения более развитого целого, т.е. отношения, которые исторически уже существовали раньше, чем целое развилось в ту сторону, которая выражена в более конкретной категории. В этом отношении ход абстрактного мышления, восходящего от простейшего к сложному, соответствует действительному историческому процессу»³³.

Как известно, классики марксизма неоднократно подчеркивали, что наука во многом обязана производству³⁴. Это особенно очевидно в наше время, когда механизм воздействия практических запросов на развитие науки приобрел четкие организационные формы. Вместе с тем чем дальше, тем больше наука оказывает обратное влияние на развитие производства. И в настоящее время, в эпоху научно-технической революции, она все более становится непосредственной производительной силой.

Однако значение науки для развития производства неодинаково в различных ее подразделениях. До сих пор львиная доля вклада в технический прогресс принадлежала по сути дела двум наукам – физике и химии.

³² Там же.

³³ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 12, с. 728–729.

³⁴ См. Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 501.

Биологии отводилась более скромная роль, хотя некоторые ученые полагают, что эта роль в настоящее время быстро возрастает и в недалеком будущем она будет более существенна, чем роль физики.

Кажется, что физика настолько совершенна, что дальнейшее ее развитие уже не будет влиять так, как раньше, на прогресс производительных сил. Появились идеи о возможном конце физической науки. На самом деле это не так. Тем не менее несомненно, что одна или две родственные друг другу науки не в состоянии все время двигать производственный прогресс. Они могут это делать лишь тогда, когда в этом прогрессе определяющей является именно та сторона, которая входит в предмет исследования этих наук. Например, в течение веков для трудового процесса прежде всего важны были энергия и сырье. Физика и химия облегчали получение энергии и сырья. Что касается интеллектуальной стороны трудового процесса, то, поскольку он не был очень сложным, естественного интеллекта человека вполне хватало для его организации.

По мере роста производительных сил трудовой процесс становился все более сложным. Особенно резкое его усложнение явилось следствием угрозы истощения некоторых важных природных ресурсов. Вследствие этого возникла необходимость свести к минимуму отрицательное воздействие трудового процесса на окружающую природу. Поэтому организационные проблемы становятся не менее острыми, чем энергетические и сырьевые. Вряд ли решению организационных проблем может помочь физика, или химия, или даже биология. Ибо эти проблемы относятся к сфере интеллектуальной деятельности. Интеллект в различных его аспектах изучают традиционные, пожалуй, одни из наиболее древних наук, ведущих в Европе свое начало от Аристотеля, – психология и логика.

Знание психологии позволяет лучше организовать управление людьми, но психология, изучающая человеческую психику, не способна помочь сама по себе организовать трудовой процесс в целом. То же следует сказать и о логике как науке о правилах и формах мышления. Она определяет *необходимые условия* организации процессов мышления, без которых рациональное управление трудовыми процессами было бы невозможно. Однако она не формулировала и не могла фор-

мулировать *достаточных условий*, это задача других наук.

Традиционные науки, несмотря на тысячелетия своего развития, не являлись базой для решения организационных проблем, ибо каждая из них изучала лишь свою часть окружающего нас мира. Попытка создать общую науку об организации была предпринята А. А. Богдановым³⁵. Достоинства работы А.А. Богданова, который, несмотря на ряд методологических ошибок, во многом предвосхитил кибернетику, были оценены лишь в последнее время³⁶. В свое время «Тектология» трудно было оценить правильно, ибо в развитии производства организационные задачи не были еще столь актуальны, как сейчас.

Появление кибернетики, несмотря на сопротивление консерваторов от науки, которые видели в ней попытку сведения высших форм движения к низшим, было обусловлено прежде всего тем, что она давала ответ на насущные запросы производства.

В плане нашей работы важно подчеркнуть, что этот ответ получен именно благодаря тому, что кибернетика перебросила мост между разными «царствами» окружающего нас мира – царством живого и неживого, выявив общие им обоим закономерности управления и контроля. Практическая применимость кибернетики определяется тем, что ее предметом, как уже выше было показано, является не некоторый тип вещей, а тип систем. Стало быть, выдвижение на первый план решения организационных задач связано именно с системным подходом. Дальнейшее развитие этого подхода также свидетельствует о его тесной связи с разворачивающейся научно-технической революцией. В народном хозяйстве нашей страны и других государств применяется все более и более сложная электронно-вычислительная техника. Создаются не только станки-автоматы, но и поточные линии и даже целые заводы-автоматы. И всюду, где с

36

³⁵ См. *Богданов А. А.* Тектология. Всеобщая организационная наука. Берлин—Петербург—Москва, 1922.

³⁶ См. *Сетров М. И.* Об общих элементах тектологии А. Богданова, кибернетики и теории систем. – «Философские и социологические исследования. Ученые записки кафедры общественных наук вузов Ленинграда. Философия», 1967, вып. VIII; *Тах-таджян А. Л.* Тек-тология: история и современные проблемы. – «Системные исследования. Ежегодник 1971». М., 1972.

помощью ЭВМ решаются те или иные проблемы, они относятся к любым объектам, представляющим тот же самый тип систем. Таким образом, причиной широкого применения системного подхода в настоящее время является прежде всего научно-техническая революция.

3. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И СИСТЕМНАЯ ТЕОРИЯ

Для того чтобы разобраться в предмете исследования, часто бывает необходимо предварительно разобраться в словах, определяющих его, ибо обилие слов с близким значением нередко запутывает предмет исследования. Кроме терминов «системный подход» и «системный анализ» употребляются также термины «системная теория», «общая теория систем» и «системология», а кроме них также: «системные исследования», «структурные исследования», «системно-структурные исследования», «методология системных исследований», «логика системных исследований» и т.д.

Обозначают ли все эти и им подобные словосочетания такие понятия, которые на самом деле являются различными? Этот вопрос может вызвать возражение как неправильно поставленный. В самом деле, слова языка, в том числе и научного, не обладают раз навсегда данным, фиксированным значением. Тот или иной ученый может вкладывать в термин тот смысл, который для него представляется наиболее существенным, и поэтому в конечном счете дело вкуса употреблять приведенные выше выражения как синонимичные или же проводить те или иные различия между ними. Можно привести немало примеров того, как какое-либо, даже привычное нам слово вдруг приобретает в науке значение, никак не связанное с первоначальным. Достаточно привести в качестве примера употребление в современной математике таких слов, как «кольцо», «поле», «идеал». Было бы неразумным требовать от математика, чтобы он употреблял термин «идеал» в том смысле, в котором мы употребляем его в повседневном обиходе, на том основании, что мы под идеалом имеем в виду нечто совершенно другое, чем математик. Однако в методологии науки дело обстоит несколько иначе. Методология науки не является областью, которая существует наряду с другими науками и вправе вырабатывать

свою терминологию, отличную от других наук. Задача методологии науки – анализ и экспликация – разъяснение того, что делается и, главное, что должно делаться в науке. Для того чтобы положения методологии научного исследования нашли практическое применение в науке, они должны формулироваться с учетом того словоупотребления, которое в этой науке сложилось. Грубо говоря, если в методологии науки мы употребляем термин «система», то значение этого термина должно согласоваться с тем, в каком смысле этот термин понимается в науке. То же самое следует сказать и относительно других терминов, в том числе и приведенных выше. В противном случае ученый, желающий применять те или иные положения методологии науки, или будет применять их неправильно, делая такую же ошибку, какую мог, например, сделать социолог, пытаясь уточнить понятие «общественного идеала» с помощью «идеала математического», или же будет вынужден строить длинную цепь промежуточных звеньев, с помощью которых он мог бы перевести необычные значения слов в привычные ему.

Поэтому методолог науки должен не заменять сложившиеся в науке понятия новыми, а лишь эксплицировать их. Как справедливо отмечает Р. Карнап, «задача уточнения неопределенного или не вполне точного понятия, употребляемого в повседневной жизни или употреблявшегося на более ранней стадии научного или логического развития, или, скорее, задача замещения его вновь построенным, более точным, понятием относится к числу самых важных задач логического анализа и логического построения»³⁷.

Естественно, *что* в процессе экспликации недостаточно определенного понятия, взятого из науки или повседневной жизни, все уточнения должны относиться именно к тому понятию, которое мы хотим эксплицировать. Поэтому должно соблюдаться требование соответствия объемов эксплицируемого и эксплицирующего понятий. Правда, здесь возникают некоторые трудности. Очень часто то или иное понятие нуждается в экспликации именно потому, что его содержание, а следовательно, и объем недостаточно определены. Объем же эксплицирующего понятия должен быть строго определен, иначе

³⁷ Карнап Р. Значение и необходимость. М., 1959, с 37.

экспликация не выполнит свою задачу. Возникает вой-рос: каким образом установить строгое соответствие между определенным и неопределенным? Действительно», в данном случае невозможно установить совершенно строгое соответствие между ними. Однако можно говорить о приблизительном соответствии, так сказать, о соответствии «в среднем». Известно, например, что формы реальных тел, с которыми мы имеем дело в повседневной жизни, никогда не являются правильными геометрическими формами. Мы не встречаемся на практике с идеальными кубами, сферами и т.д. Тем не менее геометрические образы фигур находятся в определенном соответствии с формами реальных тел. Именно это соответствие и позволяет нам применить геометрию на практике.

Из сказанного следует, что мы можем осуществить выбор между различными точками зрения, приведенными выше, с помощью соотнесения тех значений, которые имеют термины в словосочетаниях «системный метод», «структурный метод», «логика системных исследований» и т.д., с теми значениями, которые в общем и целом имеют эти термины в практике научного исследования. При наличии указанного соответствия ученый, употребляющий термины «система», «структура», «системный подход» и т.д., может рассчитывать, что его коллеги предложат ему экспликацию именно тех понятий, которые используются в практике его научных исследований.

Чтобы облегчить поставленную выше задачу выбора между различными точками зрения на соотношение терминов, необходимо прежде всего определить, сколько таких точек зрения имеет место. При этом мы будем исходить вначале не из фактического положения вещей, а из анализа теоретических возможностей. Иными словами, нам необходимо решить в принципе, сколько, исходя из возможных словосочетаний, может быть точек зрения по вопросу о соотношении между приведенными в начале этого параграфа понятиями. Поскольку таких комбинаций очень много, будем рассматривать их по частям. В первую часть включим термины «системные исследования», «структурные исследования», «системно-структурные исследования», «методология системных исследований», «методология структурных исследований», «методология системно-структурных исследова-

ний», «логика системных исследований», «логика структурных исследований», «логика и методология системных исследований», «логика и методология структурных* исследований», «логика и методология системно-структурных исследований».

Определение числа возможных отношений между этими понятиями можно осуществить следующим образом. Выделим основные элементы, которые предполагаются исследуемыми понятиями, т.е. те понятия, которые будут элементарными и из комбинаций которых создаются более сложные конструкции. Так, например, очевидно, что, для того чтобы разобраться в словосочетании «методология системно-структурных исследований», нам необходимо выяснить более простые элементы, т.е. такие, как «система», «структура», «методология исследования». В качестве указанных элементов можно выделить следующие элементарные понятия: «система», «структура», «исследование чего-либо», «исследование с точки зрения чего-либо», «логика», «методология». По нашему мнению, различие точек зрения будет определяться тем, какие из этих понятий считаются различными, а какие – тождественными.

Таким образом, с помощью комбинаторики, как нам кажется, можно решить вопрос о том, обозначают ли те или иные словосочетания различные понятия или же нет. Но для того чтобы у нас было меньше чисто формальных, «пустых» возможностей, прежде чем применить комбинаторику, учтем некоторые соображения содержательного характера. Есть люди, которые отождествляют понятия «система» и «структура», но нет людей, которые бы отождествляли понятие «система» и, скажем, «исследование чего-либо», «структура» и «логика» и т.д. Такие понятия заранее можно считать нетождественными для всех точек зрения. Далее, отношение каждого из указанных понятий к самому себе, например «система» к «системе», «структура» к «структуре», будет отношением тождества и поэтому их можно не рассматривать. Все эти заранее заданные отношения представлены в таблице 1.

В этой таблице в клеточках выражены отношения между соответствующими элементами из левой колонки таблицы и из верхней строчки. Символом = обозначено отношение заведомого тождества и символом \neq отношение заведомого различия. Как видим, отношение тожде-

Таблица 1

	Система	Структура	Исследование чего-либо	Исследование с точки зрения чего-либо	Логика	Методология
Система	=		≠	≠	≠	≠
Структура		=	≠	≠	≠	≠
Исследование чего-либо			=		≠	≠
Исследование с точки зрения чего-либо				=	≠	≠
Логика					=	
Методология						=

ства занимают клетки, находящиеся на диагонали нашей таблицы. Сверху от диагонали имеются три пустые клетки: это отношения между «системой» и «структурой», «исследованием чего-либо» и «исследованием с точки зрения чего-либо» и между «логикой» и «методологией», выражающие те отношения, которые будут разобраны ниже. Нижняя левая часть таблицы вообще не заполнена, поскольку интересующие нас отношения – тождества и различия – являются симметричными: если A тождественно B или отлично от B , то соответственно B тождественно A или отлично от него. Поэтому часть таблицы снизу диагонали была бы зеркальным отражением верхней части таблицы.

Итак, мы можем анализировать возможности тождества и различия лишь в трех указанных выше парах понятий, соответствующих незаполненным клеткам.

Из чисто комбинаторных соображений получается, что всего возможно $2^3=8$ сочетаний, а стало быть, точек зрения. Их можно также выразить с помощью таблицы.

Наиболее отличны друг от друга точки зрения, выраженные первой и восьмой колонками таблицы. Первая колонка предполагает, что все сопоставляемые друг другу элементарные понятия являются тождественными; последняя колонка – все эти понятия различны. Вторая и седьмая колонки выражают промежуточные точки зрения, которые отождествляют одни и различают другие понятия. Для того чтобы выяснить, какая колонка выражает приемлемую для нас точку зрения, необходимо обратиться к использованию соответствующих по-

Таблица 2

Пары понятий	Возможные на их соотношении точки зрения							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Система – структура	=	=	=	≠	≠	=	≠	≠
Исследование чего-либо – исследование с точки зрения чего-либо	=	=	≠	=	≠	≠	=	≠
Логика – методология	=	≠	=	=	=	≠	≠	≠

ятий в научных исследованиях. Такое сопоставление мы начнем с последней пары: «логика – методология».

Когда древние философы, принадлежащие к школе стоиков, впервые использовали слово «логика» для обозначения особой науки, они понимали этот термин предельно широко. В логику они включали все, что относится к исследованию «логоса», а логос у древних греков обозначал как мысль, так и слово, ее выражающее. Если понимать термин «логика» в таком широком смысле, то он оказывается более широким, чем смысл термина «методология». Однако в процессе исторического развития господствующей была тенденция к сужению сферы применения термина «логика». В настоящее время термин «логика» зачастую по сути дела отождествляется с теорией дедуктивного вывода. В этом смысле логика не включает в себя методологию, во всяком случае полностью. Вместе с тем широко распространены термины «индуктивная логика» и «вероятностная логика», «диалектическая логика» и т.д. Очевидно, что логика здесь понимается не как теория дедуктивного вывода, а вообще как учение о методах познания, т.е. как методология. В свою очередь всю методологию можно¹ назвать в широком смысле логикой. Значит, термины «методология» и «логика», понимаемые в широком смысле, экстенционально, т.е. по объему, тождественны. Различие между ними может пониматься лишь как различие в акценте.

Мы будем понимать термин «логика» широко, т.е. в том смысле, в каком она тождественна методологии, поскольку такое значение термина «логика» является наиболее употребительным в языке науки. Поэтому мы

должны отбросить те точки зрения, которые выражены 2-й, 6-й, 7-й и 8-й колонками нашей таблицы, поскольку последние ячейки в этих колонках предполагают различие терминов «логика» и «методология». У нас остаются еще четыре возможности, выражаемые оставшимися колонками.

Чтобы выбрать между этими возможностями, рассмотрим следующие пары понятий: «исследование математики», «исследование с точки зрения математики»; «исследование языка» и «исследование с точки зрения языка», «исследование интересов рабочего класса» и «исследование с точки зрения интересов рабочего класса». Нет необходимости доказывать, что сопоставляемые понятия во всех этих случаях различны. «Исследование с точки зрения математики» не означает исследование самой математики и т.д. В общем случае мы должны различать понятия «исследование чего-либо» и «исследование с точки зрения чего-либо».

Таким образом, из оставшихся четырех возможностей мы должны отбросить возможности, описываемые 1-й и 4-й колонками. Остался выбор между 5-й и 3-й колонками, который будет определяться соотношением между терминами «система» и «структура». Рассмотрим различные примеры употребления этих терминов в языке науки. С одной стороны, «система Менделеева», «Солнечная система», «нервная система», «система противовоздушной обороны», «система склонения», «система письменности» и т.д. С другой стороны, «структура предложения», «структура почвы», «структура древнегреческого общества», «структура национального дохода», «структура системы управления» и т.д.

Очевидно, что во всех этих произвольно взятых случаях термин «система» не может быть заменен термином «структура», и наоборот. Мы не говорим о «структуре Менделеева», «нервной структуре» и соответственно не употребляются «система почвы», «система предложения» и т.д., и совсем бессмыслицу мы получим, если в нашем последнем примере одновременно заменим «систему» «структурой» и «структуру» «системой»: «система структуры управления».

Показанная выше невозможность замены в языке науки термина «структура» термином «система», и наоборот, является аргументом против того, чтобы считать эти термины синонимами. Однако нам могут возразить,

что невозможность замены одного термина другим часто может обуславливаться соображениями стилистического, но не логического порядка. Так, слова «глаза» и «очи» обозначают один и тот же предмет и одно и то же понятие, и тем не менее мы не можем словосочетание «глазная поликлиника» заменить на «очную поликлинику», а «заочное обучение» – на «заглазное обучение».

Возникшая проблема легко была бы разрешена, если бы книга переводилась на какой-нибудь другой язык, скажем, немецкий. Поскольку такие слова, как «логика», «методология», «система», «структура», интернациональны (они даже звучат и по-немецки, и по-английски, и по-французски почти так же, как и по-русски, ибо имеют общую – латинскую или греческую – основу), постольку становится очевидным, что невозможность замены одного термина другим имеет не стилистическое, а логическое значение. Иное дело «око» или «глаз». Эти слова специфически русские, и переводчик, возможно, испытывал бы трудности при переводе, если только в немецком языке случайно не оказалось бы соответствующих слов. Значит, здесь проблема чисто стилистическая.

В.С. Тюхтин, признавая, что понятия «система» и «структура», вообще говоря, различны, считает вместе с тем, что «для формальных построений в таких дедуктивных науках, как математика и логика, понятия системы и структуры по существу совпадают. Например, алгебраическая группа как математическая структура (или система) задается через бинарную операцию R между двумя элементами из множества M , которое обладает тремя свойствами в виде трех групповых аксиом»³⁸.

С этим трудно согласиться. Группа имеет структуру, но не говорят, что она имеет систему. «Структура уравнений первого порядка» и «система уравнений первого порядка» – также совершенно разные вещи. Подобным же образом, хотя алгебраическую группу можно назвать и структурой и системой, это не означает, что «система» и «структура» здесь синонимы. Конечно, иногда один и тот же предмет можно назвать разными словами. Например, Черномор – это и карлик и бородач. Но это не

³⁸ Тюхтин В. С. Отражение, системы, кибернетика, с. 19.

означает, что для сказочных персонажей карлики и бородачи – синонимы. Ибо после сражения с Русланом Черномор перестал быть бородачом, но не перестал быть карликом. Алгебраическая группа, как система, включает в себя элементы, а в качестве структуры она абстрагируется от этих элементов.

Подытожим результаты нашего исследования. Мы обосновали те отношения понятий, которые выражены пятой колонкой нашей таблицы. Поэтому мы должны различать следующие два ряда понятий:

- | | |
|---|---|
| 1. Исследование систем | 1. Исследование структур |
| 2. Системные исследования | 2. Структурные исследования |
| 3. Методология исследования
структур | 3. Методология исследования
систем |
| 4. Методология системных исследований | 4. Методология структурных исследований |

Что касается «гибридных» выражений, включающих в себя как понятие «система», так и понятие «структура», то мы их не будем выделять отдельно. Причины этого будут ясны впоследствии, после более детального выяснения отношений между понятиями «система» и «структура». О структурах, структурных исследованиях и т.д. по тем же причинам мы пока также говорить не будем. И займемся четырьмя понятиями первого ряда. Как можно определить эти понятия? В каком отношении они находятся друг к другу и «системному подходу»?

Если любая вещь представляет собой какую-то систему (ниже мы попытаемся показать, что это действительно так), то первое понятие тождественно понятию «исследование вещей» или просто «исследованию», ибо исследовать можно только вещи. Третье понятие в таком случае будет тождественно «методологии исследования». То и другое понятие выходят за рамки системного подхода, и поэтому их мы рассматривать не будем.

Иное дело «системные исследования». Это исследование объектов именно с системной точки зрения, исследование их как систем. Это совсем не то, что исследование систем. Чтобы пояснить различие между понятиями «исследование систем» и «системное исследование», приведем такой пример. Самолет – несомненно система. И исследование самолета поэтому – это исследование систе-

мы. Но если в результате этого мы определим, скажем, вес самолета, это не будет системным исследованием. Ибо для этого определения системное представление самолета совершенно не существенно. Если же исследование не может вестись вне такого системного представления, то такое исследование будет действительно системным.

Однако в выражении «системное исследование» есть некоторая двусмысленность. Его можно понимать так, что это исследование предмета как системы, и в таком случае оно будет синонимично «системному подходу», и так, что само исследование представляет собой систему. Если всякий объект – система, то и любое исследование – также система. Вопрос будет заключаться лишь в типе этой системы. Даже исследование по методу проб и ошибок является своего рода системой. Поэтому мы можем не беспокоиться по поводу второго смысла термина «системное исследование» и использовать его лишь в первом смысле.

Термин «методология системного исследования» отличен от термина «системное исследование». «Методология системного исследования» – это по крайней мере совокупность методов системного исследования.

В каком же отношении находятся термины «системный подход» и «системный анализ»?

Выражение «системный анализ», как оно применяется в научной литературе, имеет двоякий смысл. В одном из них оно употребляется в смысле синонима выражениям «системные исследования» и «системный подход», если не учитывать того факта, что системные исследования могут включать в себя не только анализ, но и синтез систем.

Другой – в смысле конкретного метода решения экономических проблем, развитого в 40–60-х годах группой американских исследователей (Хитч, Оптнер, Янг³⁹ и т.д.). Говоря об этом направлении системного анализа, С.Н. Никаноров характеризует его как «методологию решения крупных проблем, основанную на концепции систем»⁴⁰. Как видим, «системный анализ» также охватывается понятием «системный подход».

³⁹ См. *Оптнер С. Л.* Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем; *Янг С.* Системное управление организацией. М., 1972.

⁴⁰ *Оптнер С. Л.* Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем, с. 10.

Теперь перейдем к выяснению соотношения между «системным подходом» и «системными теориями». Этому вопросу большое внимание уделяется в полемике В.Н. Садовского с И.В. Блаубергом и Э.Г. Юдиным. Последние ставят вопрос так: «... выступает ли и должен ли выступать системный подход *только* как совокупность методологических принципов и понятий, т.е. как методологическое направление, или он должен выступать в форме *теории* (в достаточно строгом смысле этого понятия), говоря более конкретно в форме общей теории систем»⁴¹. И отвечают: «Методологический подход как таковой, в том числе, конечно, и системный подход, может вполне успешно функционировать в науке, не выступая в форме теории»⁴².

В.Н. Садовский возражает против этого: «По нашему мнению, против этой концепции можно выдвинуть соображение, связанное с тем, что любое знание для того, чтобы быть адекватным своему предмету, вскрыть его существенные особенности и т.д., должно быть развито теоретически, построено в форме теории. Этот философско-методологический тезис подтвержден всей практикой развития научного познания, и оспаривать его вроде бы нет никаких оснований. Почему же системный подход оказывается в этом отношении в особом положении?»⁴³

Этот аргумент нам представляется убедительным. Действительно, поскольку противоположностью теоретического уровня познания является эмпирический уровень, то отказ подняться на теоретический уровень может означать лишь пребывание на эмпирическом уровне. Но что понимает В. Н. Садовский под теоретическим уровнем системного подхода? Какого рода теорию предлагает он строить? В его работе дан очерк эволюции идей «общей теории систем». Как известно, впервые в отчетливой форме эти идеи выдвинул Л. фон Берталанфи. В работах последнего, опубликованных в 50-х годах, выделяется два подхода. Один из них связан с пониманием общей теории систем (ОТС) как теории, имеющей дело с законами, принципами, относящимися к системам в целом. В этом плане подчеркивается,

⁴¹ Блауберг И. В., Юдин Э. Г. Становление и сущность системного подхода, с. 84.

⁴² Там же, с. 86.

⁴³ Садовский В. Н. Основание общей теории систем, с. 35.

что ОТС не является теорией систем более или менее специального вида. Характеризуя второй подход, он говорит об ОТС как о теории обобщенных систем и их подклассов.

В.Н. Садовский считает неясными следующие утверждения Берталанфи: «В развитой форме она (ОТС. – А. У.) должна стать логико-математической дисциплиной – чисто формальной, но применимой к различным эмпирическим наукам»⁴⁴ и «общая теория систем является логико-математической областью науки, задача которой состоит в формулировании и выведении таких общих принципов, которые применимы к «системам» в целом»⁴⁵.

Двусмысленность, по мнению В. Н. Садовского, заключается в том, что статус логико-математической дисциплины можно понимать двояко: как совокупности формализованных систем и как эмпирической науки, широко использующей средства логики и математики. Ссылаясь на опыт 30-летнего развития общей теории систем, он делает вывод о том, что «трактовка этой теории как некоторой совокупности формализованных логических или математических систем не имеет под собой оснований. Общая теория систем не является разделом математики. Поэтому к ней неприменима характеристика логико-математической науки в строгом смысле этого слова»⁴⁶.

По этому поводу можно сказать, что опыт развития всех наук свидетельствует о том, что 30-летнего периода развития теории недостаточно для прогноза будущего ее состояния. Физика, например, насчитывает более 2000 лет своего развития, и тем не менее она до сих пор не стала совокупностью формализованных систем. Но можно ли быть уверенным, что так будет всегда? На наш взгляд, точка зрения Берталанфи определена ясно, и с ней нельзя не согласиться. Это видно из дальнейших высказываний Берталанфи, приведенных В. Н. Садовским. Берталанфи проводит параллель между общей теорией систем и теорией вероятности. И первая, и вторая – «гипотетико-дедуктивные системы принципов», «формально-математические построения».

48

⁴⁴ Цит. по: там же, с. 64.

⁴⁵ Там же.

⁴⁶ Там же, с. 65.

В этом смысле они носят «логико-математический характер, но в то же время обе эти конструкции равным образом могут применяться к самым различным областям науки в результате эмпирической трактовки их символов».

Садовский ссылается на Р. Акоффа, который показал несостоятельность этой параллели. Но ведь он это сделал, критикуя Берталанфи в плане теории вероятности! Тут, по-видимому, и ошибся Берталанфи, но отсюда не следует, что его характеристика общей теории систем была неправильной.

В утверждениях Берталанфи об общей теории систем как логико-математической теории, нам представляется, не будет двусмысленности, если исходить из определения понятия «теория», данного в «Философской энциклопедии». В этой статье выделяется класс так называемых математизированных научных теорий, использующих аппарат и модели математики. «В математической *модели* конструируется особый идеальный объект, замещающий и представляющий некоторый реальный объект. Математизированные теории наиболее специфичны для современного теоретического знания. Их ценность повышается в связи с тем, что нередко используемые в них математические модели допускают не одну, а несколько интерпретаций, в том числе и на объекты разной природы, лишь бы они удовлетворяли построенной теории»⁴⁷.

Кроме этого здесь же говорится о дедуктивных теоретических системах, частным случаем которых являются гипотетико-дедуктивные системы. Они удовлетворяют всем принципам аксиоматического построения, но, кроме того, некоторому множеству утверждений теории дается непосредственная эмпирическая интерпретация, а остальные утверждения получают косвенную интерпретацию благодаря своей логической связи с первыми (этот вид теории широко применяется при построении теории в областях знания, основанных на опыте и эксперименте)⁴⁸.

Нам представляется, что здесь довольно точно описан тип теории, которую хотел построить Берталанфи. Различие же между математизированной и гипотетико-дедуктивной теориями, как оно выявлено в рамках дан-

⁴⁷ Философская энциклопедия, т. 5. М., 1970, с. 206.

⁴⁸ См. там же.

ной статьи, не является столь существенным, чтобы придавать ему принципиальное значение.

Акофф, критикуя Берталанфи, полагает, что общая теория систем возможна не как предметная – об окружающем нас мире, а лишь как некоторая метатеория, т.е. теория о теориях. В таком плане она не была развита Берталанфи, поскольку в его время не было достаточно разработанных специальных системных теорий. В настоящее время такие теории уже существуют. Созданы, например, специальные теории биологических, социальных систем, теория больших технических систем и т.д.

Будучи ограниченными по предмету и используемым средствам анализа, эти теории (теория биологических систем, кибернетических и т.д.) в практике своего построения нуждаются в использовании обобщенных представлений о системах. Такие представления могут быть даны метатеорией системного исследования. Эта метатеория должна удовлетворять обычным принципам теоретического построения. Ее утверждения необходимо представить в строгой теоретической форме. Эта метатеория и будет общей теорией систем. Общая теория систем, понимаемая в таком смысле, рассматривается не как формальная, а как содержательная теория.

Против правомерности концепции общей теории систем как метатеории возражать не приходится. Общая теория систем в этом смысле необходима.

Выше мы говорили о некоторых принципах построения такого рода теории систем. Так, на основе диалектико-материалистического понимания принципа связи между явлениями рассматривался вопрос о том, каким требованиям должно удовлетворять определение понятия системы.

Исключает ли этот подход другие, например, тот, который предполагает возможность построения общей теории систем на объектном уровне как логико-математической теории? На наш взгляд, В.Н. Садовский не прав, отвергая возможность создания такой теории.

Надо сказать, что в своей работе В.Н. Садовский иногда оставляет провозглашаемую им метатеоретическую позицию и занимается построением предметной общей теории систем в качестве логико-математической дисциплины, как и другие разбираемые им авторы. И это естественно, ибо развитие системного подхода тре-

бует не только метатеории, не только предметных специальных теорий систем, но и *предметной общей теории систем*.

В.Н. Сагатовский пишет: «Б.Н. Садовский прав, защищая необходимость построения общей теории систем. Однако мы не можем согласиться с тем, как он понимает задачи этой теории... Общая теория систем выступает у него только как *логико-методологическая метатеория* по отношению к конкретным системным исследованиям. Таким образом, хотя это и теория, но теория, лишенная всякой онтологической основы. Мы же глубоко убеждены в том, что логико-методологический анализ системных исследований никогда не превратится в нечто большее, чем несистемную совокупность более или менее интересных фрагментов, если в его основе не будет лежать категориальная модель системы, как объективного среза любых явлений действительности, обнаруживаемого при определенном типе взаимодействия субъекта и объекта»⁴⁹.

Здесь, на наш взгляд, содержится правильная мысль о недостаточности чисто методологического подхода и о необходимости дополнить его подходом онтологическим в правильном, диалектико – материалистическом смысле этого слова.

В.Н. Садовский, а также Боулдинг, Месарович и другие авторы высказывали опасение, что общая предметная теория систем неминуемо сведется к тривиальным утверждениям⁵⁰. Такого рода опасения нам представляются неосновательными. Возьмем, например, математику. Общность ее положений не означает тривиальности. Нельзя не согласиться с Б.В. Плесским, который пишет: ««Признак тривиальности», которым неоднократно «пугали» и «пугают» всех тех, кто занимается исследованиями в области ОТС, считается наиболее серьезным аргументом против этой теории. Он возник из очевидного и на первый взгляд неопровержимого рассуждения: чем шире область применения

51

⁴⁹ Сагатовский В. Н. Опыт построения категориального аппарата системного подхода. – «Философские науки». 1976, № 3, с. 70.

⁵⁰ См. Садовский В. Н. Общая теория систем как метатеория. – «Вопросы философии», 1972, № 4; Боулдинг К. Общая теория систем – скелет науки. Исследования по общей теории систем. М., 1969; Месарович М. Основания общей теории систем. – Общая теория систем. М., 1966.

теории, тем беднее ее содержание, коль скоро ОТС претендует на универсальность, то она неизбежно должна быть содержательной. Но это рассуждение далеко не безупречно. Оно включает теорию в сферу действия формально-логического закона обратного соотношения объема и содержания понятия: чем шире объем понятия, тем беднее оно по содержанию. Даже в отношении понятий этот закон вызывал в прошлом и вызывает сейчас немало возражений, поскольку не учитывает характера и природы признаков, входящих в содержание понятий. Что же касается его экстраполяции на область высказываний и тем более теорий, то они требуют обоснования или по крайней мере указания, в каких случаях они правомерны, ибо имеются факты, противоречащие закону. Так, например, исчисление высказываний в современной логике, будучи частным случаем более общих логических систем исчисления предикатов I и II порядка, безусловно уступает им и по содержанию и по объему. Аксиоматика узкого исчисления предикатов включает все аксиомы исчисления высказываний и содержит еще ряд специфических аксиом. Расширение объема этой теоретической дисциплины сопровождалось не исключением, а добавлением новых элементов в ее содержание.

Связь общего и абстрактного более сложна и не укладывается в рамки формально-логического закона соотношения объема и содержания понятий. Помимо традиционного пути обобщения понятий путем отбрасывания части его признаков существует и другой путь, когда признаки не отбрасываются, а объединяются с некоторыми новыми независимыми признаками. Аналогично этому и обобщение теорий может происходить не путем объединения старой системы понятий, а путем перехода к иной системе понятий, в этом случае обобщение достигается путем формулирования новой научной конкретности. Таким путем проходило становление кибернетики, таким путем развиваются и многие теоретико-системные концепции»⁵¹.

В результате дискуссии по вопросам о возможностях создания различных вариантов общей теории систем наметился позитивный сдвиг. Резкие возражения

⁵¹ Плесский Б. В. К определению предмета общей теории систем. – Системный метод и современная наука, вып. 2. Новосибирск, 1972, с. 16–17.

против предметной общей теории систем смягчены. В последней работе В.Н. Садовский различает два смысла универсальности общей теории систем. Первый из них означает, что установленные в этой теории законы применимы ко всем объектам того типа, которые исследуются в данной теории. Поскольку общая теория систем исследует по самому своему понятию любые системы, то это значит, что универсальность в этом смысле означает применимость ее положений к любым системам. Во втором смысле универсальности такая всеобщая «научно-техническая теория систем» должна содержать всю основную (фундаментальную) информацию о системах, причем как в конкретно-научном, так и в методологическом аспекте. Последняя и привлекает его внимание. «Системные закономерности, – пишет В. Н. Садовский, – установленные в рамках параметрического варианта общей теории систем, действительно универсальны, но только в первом смысле. Эти закономерности носят более общий характер, чем соответствующие системные принципы Л фон Берталанфи, Дж. Клира и некоторых других исследователей, поэтому при желании их можно назвать «общесистемными закономерностями», если при этом не приписывать достижения универсальности во втором смысле»⁵².

И с этим можно согласиться, поскольку всякая специальная научная теория рассматривает свой предмет под каким-то одним углом зрения, она поэтому неизбежно односторонняя. Верно и то, что стремление объединить в рамках единой общей теории систем задачи научно-технического обобщения знания и проблем логики и методологии системного исследования связано с серьезными трудностями⁵³. Поэтому создание предметной, и особенно математизированной, общей теории систем существенно продвинуло бы вперед разработку методологических вопросов. Оно дало бы ценный материал для развития метатеории системного исследования.

Для того чтобы показать значение разработки предметной общей теории систем для развития системного подхода, можно провести аналогию с возникновением и развитием геометрического подхода как первой стадии

⁵² Садовский В. Н. Основания общей теории систем, с. 202.

⁵³ См. там же, с. 68.

математического метода исследования действительности. По-видимому, задолго до возникновения геометрии как науки люди различали предметы круглые, угловатые и т.д., т.е. по их геометрической форме. Однако из того, что предмет, скажем, круглый, мало что можно извлечь для измерения его площади или объема. Поэтому на более конкретном уровне, с возникновением геометрии как науки, формируется, если можно так сказать, геометрический подход, представляющий собой систему аксиом и теорем, позволяющих из круглости, угловатости и т. п. извлекать определенные следствия. Тогда, когда мы имеем хотя бы одну геометрическую теорему, например утверждение о том, что диаметр делит круг пополам, «геометрический подход» к объекту дает нам возможность получить вполне определенный, конкретный результат.

Таким образом, в развитии геометрического подхода существовало две фазы: одна – общая, связанная лишь с применением геометрических понятий к классификации объектов, и вторая – более специальная, предполагающая создание геометрии как науки и использование этой науки в практической деятельности.

Подобное положение существует и с системным подходом. В широком смысле такой подход имеет место тогда, когда фиксируются те или иные системные свойства объектов. Однако если неизвестны связи между этими свойствами, то сам по себе системный подход не обеспечивает получения конкретных результатов.

Классики марксизма дали образцы системных исследований. В отличие от буржуазных экономистов К. Маркс исследовал капитализм именно как систему, вскрыв многообразные отношения между ее элементами. Системный подход в этом смысле является одной из важнейших сторон диалектики как метода научного исследования. В таком же плане материалистическая диалектика не отрицает «геометрического подхода» к материальным предметам, поскольку пространство рассматривается как форма существования материи.

Вместе с тем диалектика не подменяет геометрию как особую науку о пространственных формах и, следовательно, «геометрический подход» в узком смысле, т.е. как применение конкретных положений этой науки в практической деятельности.

Соответственно диалектика не делает излишней специальную науку о системных свойствах предметов. Напротив, создание такой науки обеспечило бы ту цепь опосредований, которая требуется для серьезного, практически значимого применения положений диалектики к повседневной действительности.

Итак, мы определили взаимоотношение системного подхода как формы конкретизации принципов диалектики при исследовании систем и системных теорий, прежде всего общей теории систем. Последнее, что нам остается сделать в рамках данной главы, это определить отношение между системным подходом и «системологией». Термин «системология» предложен В. Т. Куликом для обозначения общей науки о системах⁵⁴. В настоящее время он получил права гражданства, хотя В.М. Глушков считает вопрос о применении этого термина спорным⁵⁵. В системологию как науку включаются все теории систем – как общая теория систем, так и специальные теории. Поскольку те и другие представляют собой конкретные формы применения системного подхода, системологию в целом можно рассматривать таким же образом. Стало быть, системный подход – метод системологии. Системные теории – результаты применения этого метода. Существование разных системных теорий, в том числе и различных общих теорий систем внутри системологии, столь же мало противоречит существованию этой науки, как и наличие разных физических теорий не противоречит существованию науки физики. Разумеется, мера единства взаимной согласованности, взаимоувязки частей физической науки сейчас гораздо больше, чем мера единства системологии. Поэтому можно спорить, существует ли уже сейчас системология как единая наука. Однако тенденция к консолидации этой науки несомненна. Этот процесс предполагает прежде всего установление логических связей между общими и специальными теориями систем.

Можно указать на два способа перехода от общей теории систем к специальным теориям. При одном из них при переходе к специальным теориям ограничивается

⁵⁴ См Кулик В. Т. Алгоритмизация объектов управления. Киев, 1968.

⁵⁵ См Дружинин В. В., Конторов Д. С. Проблемы системологии. М., 1976, с. 6.

тип интересующих теорию свойств и отношений. К таким наукам относится, например, кибернетика, которая, как справедливо подчеркивает Л. Берталанфи, является теорией более специальной, чем общая теория систем⁵⁶.

Мы можем выделить отдельное интересующее нас системное свойство, сделав его предметом специального исследования. В этом случае остальные системные свойства могут приниматься во внимание лишь постольку, поскольку они связаны с выделенным нами. Таким образом, могут быть построены такие специальные теории, как, например, теория простоты систем, теория целостности систем, теория надежности и т.д.

Здесь переход от общей теории систем к специальным теориям таков, что область применения полученных системных принципов или положений может оставаться без изменений, теоретически – универсальной. Так, общий критерий простоты систем может быть использован всюду, где применима общая теория систем. Указанный способ специализации общей теории систем можно назвать *интенциональным*, поскольку он ограничивает содержание теории.

Но может существовать и другой, противоположный подход к специализации общей теории систем – *экстенциональный*, при котором в процессе перехода от общей к специальной теории систем происходит ограничение объема, т.е. сферы применения общесистемных закономерностей в некоторой исторически сложившейся области. Например, таким образом можно исследовать применение общесистемных положений в области физики, биологии, социологии и т.д. В этом случае мы будем иметь теории физических, биологических, социальных и т.д. систем. С содержательной, интенциональной, стороны они могут теоретически совпадать друг с другом, так как все общесистемные закономерности, поскольку они действительно являются общесистемными, применимы во всех этих областях. Однако на практике те или иные закономерности могут приобретать в одной области большее значение, чем в другой. Кроме того, эти закономерности могут быть по-разному использованы при решении традиционных в этих областях

⁵⁶ См. Фон Берталанфи Л. Общая теория систем – обзор проблем и результатов. – «Системные исследования». М., 1969.

проблем. Этим и обусловлена правомерность экстенсionalной специализации общей теории систем.

Итак, мы выяснили соотношение между «системным подходом» и другими родственными понятиями. Из сказанного выше становится понятной важность общей теории систем для развития и практического применения системного подхода.

КАТЕГОРИАЛЬНЫЙ АППАРАТ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ

1. К ПРОБЛЕМЕ КАТЕГОРИАЛЬНОЙ ОСНОВЫ ЯЗЫКА СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

Определяя задачи общей теории систем как этапа развития системного подхода, В.Н. Сагатовский пишет: «Общая теория систем, на наш взгляд, должна строиться как теория среднего уровня, выступающая опосредствующим звеном между философией, как общей стратегии деятельности, и областями предметного знания. В ней еще предстоит синтезировать категориальные основы, разрабатываемые на философском уровне, с формальным аппаратом (в качестве первой попытки такого синтеза можно рассматривать то направление, в котором работает А. И. Уемов, однако категориальный уровень – это гораздо более сложное построение, чем констатация его основы – триады «вещь – свойство – отношение»)»⁵⁷.

Здесь подчеркивается значимость разработки категориального аппарата системного подхода. С нашей точки зрения, как уже говорилось выше, такой анализ осуществлялся с помощью указанной триады. Ниже мы попытаемся показать роль этих категорий в системном подходе на примере анализа определений основного понятия системного подхода – понятия «система».

Вместе с тем нельзя, конечно, ограничиваться констатацией этой основы, необходимо выявить развитие категорий. Сама триада «вещь–свойство–отношение» может быть представлена как результат этого развития. При этом формальный аппарат, используемый в этом

⁵⁷ Сагатовский В.Н. Опыт построения категориального аппарата системного подхода. – «Философские науки», 1976, № 3, с. 69.

случае, не есть нечто внешнее по отношению к категориальному аппарату, с которым нужно его синтезировать. Формальный аппарат является результатом разработки системы категорий.

Каким же требованиям должен удовлетворять категориальный аппарат системного подхода? Во-первых, с помощью этого аппарата должны быть выражены все понятия системного подхода, и прежде всего понятие системы. Во-вторых, этот аппарат должен быть таким, чтобы с его помощью можно было конструировать по мере надобности новые понятия. И наконец, он должен быть оперативным, т.е. категории, входящие в состав этого аппарата, должны быть связаны определенными операциями. Эти операции должны быть такими, чтобы с их помощью был возможен переход категориального аппарата в аппарат формальный. Или, иначе, чтобы сам категориальный аппарат, при достаточном его развитии и символизации, выступал в качестве формального аппарата.

Можно объединить категориальный и формальный аппарат системного подхода в одном общем понятии «язык системного метода». Тогда категориальная основа системного подхода может рассматриваться как категориальный базис языка такого подхода, а формальный аппарат будет представлять собой результат формализации этого языка.

Использование термина «язык» в таком смысле может вызвать возражение со стороны некоторых лингвистов, которые стремятся ограничить понятие языка натуральными языками, такими, например, как русский, белорусский, калмыцкий, английский и т. п., и противопоставить натуральные языки всем остальным знаковым системам, вместе взятым.

Однако в современной науке все чаще используется более широкое понимание языка как любой знаковой системы, которая служит для хранения или передачи информации. В этом смысле мы и понимаем термин «язык». В частном случае это может быть и обыкновенный «натуральный» язык. Но не только он. Сюда относится и, скажем, «язык» современной математики и другие «языки» науки.

Основное требование к нашему языку в плане сказанного выше заключается в том, что он должен обладать выразительными, конструктивными и операцион-

ными возможностями, необходимыми для построения теории систем. Это главное, принципиальное требование следует дополнить еще и требованием утилитарным: этот язык должен быть минимальным по сложности выражений, соответствовать возможностям современного человека и электронно-вычислительной техники.

Что же понимается под «выразительными возможностями» языка? Для того чтобы разобраться в этом вопросе, проведем различие между отношением «обозначить» и «выразить». Обозначить; можно всё всем. Например, знаком ♀ можно обозначить женский пол. Можно женский пол обозначить и с помощью цифры «5». Именно произвольность знака дает возможность зашифровать сообщения так, чтобы они были непонятны неприятелю. Конечно, выбор знака всегда мотивирован в том смысле, что есть определенные основания предпочтения одного знака другому. Но знак, как это бывает при шифровке, может быть выбран и потому, что он ни на что не указывает и ничего не выражает.

Если же мы хотим что-то «выразить», мы должны пользоваться иными средствами. Возьмем, к примеру, географическую карту. На ней много всяких значков. Каждый что-то обозначает. А отношения между значками – например, то, что один кружок, возле которого написано слово «Киев», находится выше кружка, возле которого находится слово «Одесса», – обозначают что-нибудь? Нет, они выражают другое отношение. В данном случае они выражают отношение «севернее». Быть выше – это совсем не то, что быть севернее. И тем не менее логические свойства обоих отношений – иррефлексивность, антисимметричность, транзитивность – одинаковы. Иррефлексивность отношения означает, что данная вещь не может быть соотнесена с ней же самой. Так, один кружок на карте не может быть выше самого себя, хотя он, скажем, равен самому себе. Никакой город не может быть севернее самого себя. Антисимметричные отношения имеют место между одним и другим объектом в том случае, когда эти же отношения между теми же предметами, взятыми в обратном порядке, не существуют. Так, если один кружок выше другого, то другой не может быть выше первого. Если Киев севернее Одессы, то Одесса не севернее Киева.

Транзитивные отношения между одним и другим объектом и этим другим и третьим имеют место в слу-

чае, когда такие же отношения наблюдаются и между первым и третьим. Если кружок a выше b , а кружок b выше c , то кружок a выше c . Если Москва севернее Киева, а Киев севернее Одессы, то Москва севернее Одессы.

Если же любому отношению в одном объекте соответствует какое-то отношение в другом, и наоборот, то говорят, что эти объекты изоморфны, что отношения в них одинаковы, что эти объекты тождественны с точностью до изоморфизма. Мы будем просто считать, что одни в этом случае отношения выражают другие. Отличие выражения от обозначения в том, что в первом случае мы не можем, не меняя всей системы соответствий, заменить одно отношение на другое с другими логическими свойствами. Например, нельзя поменять на карте кружочки «Киев» и «Одесса» друг на друга без того, чтобы карта перестала соответствовать истине, хотя никакой беды не будет, если заменить кружочки на квадратики.

Аналогичным образом можно определить и операционные возможности языка. Максимум таких возможностей будет иметь место в том случае, если каждый из элементов языка может быть определен с помощью операций, производимых над другими элементами. С помощью такой операции данный элемент соотносится с другими. Так, например, число «5» можно представить как результат операции сложения, проведенной над числами «3» и «2». Слово «ГДР» можно определить как результат операции взятия первых букв из слов «Германская Демократическая Республика».

Конструктивные возможности языка позволяют конструировать новые элементы структуры из уже известных и тем самым расширять их число, возможно, на том же субстрате, и конструировать новые элементы субстрата с помощью отношений, имеющихся в структуре. Так, в языке математики можно сконструировать новое отношение «во столько-то больше». Субстрат при этом, т.е. набор всех чисел, к которым применяются арифметические операции, не меняется. Можно также сконструировать новое число, скажем, иррациональное "с помощью определенных ранее операций. В естественном языке возможно конструирование новых слов на основе старых. Таким образом появились, например, слова: *коллективизация*, *индустриализация* и т.д.

Поскольку заранее неясно, какого типа конструктивные возможности языка нам понадобятся при конструировании новых системных понятий, будем иметь в виду обе названные выше возможности.

Возникает вопрос, а нельзя ли использовать в качестве языка общей теории систем обыкновенный натуральный, скажем русский, язык, не вводя никаких формализмов? Разве нельзя все выразить на натуральном языке? К сожалению, этого не удастся сделать. Нельзя, например, статью, посвященную сложным проблемам современной теоретической физики, состоящую почти исключительно из формул, переписать обыкновенным языком без утраты информации так, чтобы она не содержала ни одной формулы. В этой связи необходимо заметить, что даже слова натурального языка, которыми мы будем пользоваться для замены соответствующих символических выражений, станут тем самым частями символического языка, превращаясь в своего рода более длинные выражения самих символов. Например, «δ-функция», будучи элементом математического языка физики, не станет элементом естественного языка, если мы символ «б» заменим каким-нибудь словом, например «дельта» или «функция Дирака». Это естественно, поскольку та часть человеческого опыта, которая является предметом квантовой механики, не могла быть отражена в натуральном языке, предметом которого является повседневная макроскопическая практика человека.

И тем не менее возможности естественного языка большие. Все, что будет нас интересовать в системном подходе, что изучается нами, в конечном счете, по-видимому, допускает выражение на натуральном языке. Цепочка определений понятий, которыми мы будем оперировать, приведет к выражениям естественного языка.

Естественный язык также весьма конструктивен. С помощью отношений, выражаемых в синтаксисе этого языка, возможно конструирование все новых и новых оборотов и слов. Это обуславливает развитие языка. Способность натурального языка к развитию столь велика, что иногда считается специфической чертой этого языка в отличие от всех других искусственных, раз навсегда данных языков⁵⁸.

⁵⁸ См. Булыгина Т.В. Особенности структурной организации языка как знаковой системы и методы ее исследования. – Материалы к конференции «Язык как знаковая система особого рода». М., 1967, с. 6.

Однако существенным недостатком естественного языка, быть может, как-то связанным с его достоинствами, являются его низкие оперативные возможности. Одни элементы натурального языка обычно не удается получать как однозначное следствие преобразований, осуществленных над другими элементами. Люди, договаривавшиеся о значении одних слов, часто не могут достичь взаимопонимания в значении других, хотя последние, казалось бы, являются следствиями первых. Это вызывает жалобы на неточность, неопределенность выражений натурального языка и стремление дополнить его использованием какого-либо иного, вспомогательного языка.

Известно, что наиболее распространенным вспомогательным языком является язык чисел – арифметика. Оперативные возможности такого языка огромны. В нем каждый элемент субстрата однозначно определяется с помощью операций над другими элементами. Конструктивная мощь арифметики также впечатляет. Расширения понятия числа с помощью операции вычитания – введение отрицательных чисел, введение с помощью извлечения корня иррациональных и мнимых чисел – являются примерами конструкций описанного выше типа. Особенно интересно конструирование так называемых трансфинитных чисел. Возможны и новые конструкции.

Однако язык чисел неизмеримо уступает натуральному языку в плане выразительности. Это может показаться странным, ибо множество чисел бесконечно велико и отношений между числами тоже бесконечно много. И оказывается, что такое сверхмощное множество недостаточно выразительно. Несмотря на тысячелетние усилия математиков, язык чисел не смог вполне вытеснить натуральный язык даже из области физики и самой математики. И причина этого в том, что выразительные возможности его ограничены. Может быть, поэтому писатели вообще игнорируют язык чисел.

Недостаток выразительности языка чисел, на наш взгляд, обусловлен тем, что многообразие отношений в этом языке ограничено в том существенном смысле, что в нем не существует отношений разных уровней. В нем отношение более высокого порядка сводится к отношениям первого порядка. Например, так называемое геометрическое отношение, выраженное делением между 20 и 5, равно 4. Отношение между 10 и 5 равно 2, но

отношение между этими отношениями тоже равно 2, что никак не отличается от второго отношения, т.е. отношения первого уровня. Последнее же ничем не отличается просто от объекта, каким является число (в данном случае 2). Таким образом, оказывается, что различие между вещами (объектами) и отношениями в мире чисел исчезает. Остаются лишь одни отношения или одни вещи. В то же время в окружающем нас мире, который мы пытаемся описать языком чисел, различие между вещами и отношениями и связанное с этим различие между уровнями отношений весьма существенно. Эти различия оказываются, таким образом, невыразимыми в языке чисел.

Сказанное выше показывает, что вопрос о строгих критериях, с помощью которых можно судить о том, какие именно категории в общепhilosophическом смысле находят существенное выражение в любом языке, остается открытым. Возможности различных «языков» в этом смысле не одинаковы. Пути решения этой проблемы связаны с четким различением содержательной и формальной стороны языка. В содержательном плане любой язык может выражать все категории. Иначе обстоит дело в формальном плане. Здесь можно выделить группы категорий, различия между которыми находят свое отражение в формальной структуре языка. Такие группы категорий будем называть категориальным базисом соответствующего языка. Так, например, категориальный базис аристотелевской логики включает в себя две категории – «предмет» и «свойство»; категориальный базис логики отношений – категории «предмет» и «отношение».

Мы исходим из того, что в любом языке имеется формальная и содержательная сторона. Однако это предположение не является существенным. Могут быть случаи, когда такое разделение не удастся провести, тогда категориальный базис может быть отождествлен с теми категориями, которые находят отражение в отношениях между выражениями языка.

Для пояснения можно провести аналогию между понятием категориального базиса языка науки в указанном выше смысле и фонематической системой натурального языка. Для фонемы важнейшей является смысловоразличительная функция, которая осуществляется путем установления соответствия между различиями в акусти-

ческих характеристиках звуков и различиями в обозначаемых комплексах этих звуков понятиями. У нас же речь идет о категориеразличительной функции синтаксических отношений языка. Она также осуществляется путем установления соответствия между различиями в отношениях внутри языка и различиями выражаемых ими категорий. Например, различие субъекта и предиката в аристотелевской логике, по нашему мнению, соответствует различию между философскими категориями «свойство» и «отношение».

В общем плане можно сказать, что развитие фонематической системы связано с возникновением новых смысловразличителей. Соответственно и обогащение категориального базиса языка науки связано с установлением новых соответствий между отношениями в языке и категориями. Рассмотрение в этом плане различных языков науки, например языка математического описания на различных этапах развития математики, представляет большой интерес, но выходит за рамки настоящей работы. Мы ограничимся замечаниями, относящимися к обогащению категориального базиса логических языков. Для развития логики в настоящее время характерно увлечение языками, категориальный базис которых включает прежде всего категории «индивид» и «класс».

Так, именно этими двумя категориями наряду с категорией «отношение» исчерпывается категориальный базис исчисления предикатов. Категориальный базис исчисления предикатов обогащается путем включения в рассмотрение не только классов индивидов, но и классов классов и т.д., которым соответствуют в структуре языка предикаты от предикатов. Таким образом осуществляется переход от узкого исчисления предикатов к расширенному исчислению предикатов.

Другой путь расширения категориального базиса в этой логике — увеличение числа индивидов в особых классах — классах логических валентностей. Ранее к логическим валентностям относились лишь «истинность» и «ложность». Обогащение категориального базиса ныне связано с рассмотрением других валентностей, таких, как «возможно», «необходимо», «невозможно», «истинно с вероятностью, имеющей какое-то значение» и т. п. На основе такого обогащения категориального базиса строятся различные типы многозначных логик.

Категориальный базис обычных в логике языков состоит из группы категорий, которые можно назвать *экстенциональными*⁵⁹. Экстенционально понимать категорию – значит сводить ее к некоторому объему – множеству объектов. Так, экстенционально понимаемое свойство – это класс отдельных объектов, так же как трактуемое отношение – это класс пар, троек и т.д. объектов. *Интенционально* понимаемое свойство является не классом предметов, а их характеристикой.

Экстенсионализация категориального базиса языков логики, содействуя их математизации, сыграла положительную роль, но вместе с тем все больше выясняются недостатки, связанные с избранием экстенциональных категорий в качестве базиса логики.

В традиционной логике шла борьба аристотелевской тенденции, опиравшейся на интенциональный категориальный базис, включающий категории вещи и свойства, с тенденциями, связанными с опорой на экстенциональный базис. В настоящее время победу одержала экстенциональная тенденция, хотя ее нельзя считать окончательной.

Дальнейшее развитие первая тенденция могла получить в результате обогащения базиса языка логики, основанного на включении в него новых интенциональных категорий, прежде всего интенционально понимаемой категории отношения. В классической логике отношение играло неравноправную роль по сравнению со свойством, что проявилось в том, что отношение не выступало в качестве переменной. Как известно, в традиционной логике переменные S , P обозначают вещи и их свойства. Схему суждения можно записать с помощью переменных как S есть P . Здесь S обозначает предмет, P – его свойство. Вместо переменных можно подставить постоянные – «константы», получая таким образом конкретные суждения.

В логике отношений отношение вытеснило свойство из структуры логических выражений. Здесь суждение выражается схемой aRb , где a , b – какие-то предметы, а R – существующее между ними отношение. В последнем случае имело место радикальное изменение категориального базиса логического языка, но не обогащение его.

⁵⁹ От лат. *extensio*, обозначающего «объем», «протяженность».

Может показаться, что объединение вещи, свойства и отношения осуществлено в современной логике предикатов, где индивиды выступают в качестве вещей, одноместные предикаты – свойств и многоместные – отношений. Однако экстенциональный подход, господствующий в современной логике предикатов, т.е. стремление все свести к объемам, не дает оснований для такого вывода. В экстенциональном плане существенно различие между индивидом и классом даже таким, который включает в себя только данный индивид. Что же касается различия между классами, элементы которых представляют собой отдельные индивиды или же пары, тройки и т.д. таких индивидов, то оно не столь существенно.

Для того чтобы исследовать категории «свойство» и «отношение» во всем богатстве их функций, необходимо, с нашей точки зрения, определять их не через экстенциональные категории, а независимо от них. Строя логические выражения так, чтобы структурные отношения в них в полной мере соответствовали различиям между вещами, свойствами и отношениями, можно обогатить категориальный базис соответствующего логического языка.

Конечно, введение трех типов переменной для вещей, свойств и отношений не решило бы всей проблемы, ибо таким образом не нашла бы отражение соотносительность указанных категорий, дающая возможность свойство рассматривать как вещь или как отношение, вещь как свойство и отношение и т.д.

Ограниченность выразительных возможностей современных формализованных языков можно показать на таком примере. Возьмем пару чисел (3, 4). Зная эту пару и не привлекая никаких дополнительных сведений об объектах вне этой пары, мы можем сделать вывод о всех отношениях в ней: $3 < 4$, 4 не делится на 3 и т. п. Это резко ограничивает выразительные возможности арифметики. Следует сказать, что в естественных языках такой «реляционной скованности субстрата» нет: так, если есть «Иванов» и «Петров», то из этого не следует, каково отношение между ними. Подобная ограниченность существует и в теории множеств. Указав на два множества, можно спросить, в каком отношении они находятся. И ответ будет однозначным. В исчислении высказываний принят так называемый *принцип утверж-*

дения, согласно которому, фиксируя высказывание, мы утверждаем его истинность. Так, говоря, что «Луна круглая», мы тем самым говорим, что высказывание «Луна круглая» истинно. Поскольку в исчислении высказываний анализируются лишь внутренние отношения между высказываниями, это означает, что, имея два любых высказывания, без всякой дополнительной информации, мы имеем право записать отношение между ними. Имея 3 и 4, мы можем записать $3 < 4$. Имея a и b , можем записать $a \supset b$, т.е. если a , то b , или $b \supset a$. Отношения, выражаемые в таких суждениях, называются импликациями.

Мы говорили здесь о логике потому, что многие полагают, что формализация на базе имеющегося в настоящее время логического аппарата может служить основой общей теории систем. Для построения общей и специальных теорий систем часто используются разного рода и чисто математические концепции, такие, как теория дифференциальных уравнений, теория множеств, теория графов, алгебра, теория вероятности, топология и т.д. Нет никакой возможности разбирать здесь все эти направления. Работ, посвященных этим вопросам, очень много. Мы не сомневаемся в ценности этих исследований. Тем не менее общепризнанно, что по настоящему общей теории систем в этих работах не создано. Мы согласны со следующей оценкой этих работ: «Сказанное позволяет сделать довольно радикальный вывод: в настоящее время теории систем не существует. Тем более не существует математической, формальной теории систем.

Но что же в таком случае представляют собой те многочисленные работы, в которых фигурирует понятие системы? На наш взгляд, все они *в действительности посвящены математическому моделированию тех или иных сторон реального мира*; слово же «система» и есть просто удобный оборот речи для обозначения моделируемого объекта. Поэтому уместно говорить не о теории систем, а попросту о математическом моделировании. Методология такого моделирования не нова и достаточно хорошо известна. Это – сама математика с ее многовековым опытом»⁶⁰.

⁶⁰ Корбут А.А. Теория систем или математика? – Исследование систем (Материалы Всесоюзного симпозиума). М., 1971, с. 205–206 (курсив наш.–А. У.).

Здесь нельзя согласиться лишь с тем, что сама математика является методологией математического моделирования. Выше мы подробно рассматривали этот вопрос в связи с полемикой с В.Н. Садовским. Слово «система» в математическом моделировании не просто удачный оборот речи. Оно выражает необходимость системного подхода к построению модели. Тщательное исследование нескольких десятков определений понятия модели показало, что, несмотря на все разнообразие признаков, включаемых в эти определения, все они содержат в себе признак «рассматривания в качестве системы»⁶¹. Поэтому создание общей теории систем имело бы весьма существенное значение для разработки метода моделирования. Но такая теория не разрабатывается в тех книгах, которые посвящены математическому моделированию, хотя в названии и используют словосочетание, включающее термин «система».

Существуют попытки создать общую теорию систем на базе некоторых разделов математики. Они связаны с тем представлением об использовании математики, которое выражено С. Лемом. Он полагает, что математика вырабатывает любые структуры, подобно безумцу портному, готовящему всевозможные одежды для любых существ, которые, возможно, появятся в будущем⁶². Если бы это было так, то автору каждой новой теории было бы достаточно пойти на склад математических изделий, чтобы подобрать там подходящую «одежду» для своего детища. Иногда это удается, но далеко не всегда. Чаще бывает так, что «одежда» с математического склада сидит не по фигуре – в одном месте широко, в другом – тесно. И если «одежда» достаточно жесткая, то в результате происходит искажение самой фигуры.

Для общей теории систем «математического костюма» не заготовлено. Ибо во всех математических построениях не было того единства выразительных, операционных и конструктивных средств, которое требуется для создания общей теории систем.

Многие исследователи приходят к выводу, что «в настоящее время не существует математических средств, адекватных структурным представлениям системных

⁶¹ См. Уемов А. И. Логические основы метода моделирования. М., 1971.

⁶² См. Лем С. Сумма технологий. М., 1968, с. 246.

объектов»⁶³. Но из этого не следует, что такие средства не могут быть созданы. Наоборот, «это заставляет нас, – пишут Г.П. Щедровицкий и В.Я. Дубровский, – со всей резкостью ставить вопрос о принципах и методах построения математик, соответствующих определенным целевым требованиям»⁶⁴. Ниже мы попытаемся наметить одну из возможностей построения логико-математического аппарата, адекватного задачам общей теории систем.

2. КАТЕГОРИАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ЯЗЫКА СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

Построение категориальной основы языка системного подхода следует начать с рассмотрения пары категорий, выдвинутых еще древними мыслителями. Мы имеем в виду «бытие» и «ничто». Как известно, Гегель пытался из двух понятий «бытие» и «ничто» сконструировать третье – «становление». «Их истина есть, следовательно... – писал он, – становление»⁶⁵.

Но что при этом он понимал под «бытием»? Разъяснения Гегеля на этот счет непосредственно связывают это понятие с категорией «определенность». «Бытие есть неопределенное непосредственное. Оно свободно от определенности по отношению к сущности, равно как и от всякой определенности, которую оно может обрести внутри самого себя»⁶⁶.

И далее Гегель показывает, что единство бытия и ничто, дающее становление, проистекает именно вследствие неопределенности, заключенной в категории бытия: «Бытие, неопределенное непосредственное, есть на деле ничто и не более и не менее, как ничто»⁶⁷. На наш взгляд, именно здесь ошибка **Гегеля**. Отождествив чистое, неопределенное бытие с ничто, он подорвал выразительную и операционную мощь своего языка, благодаря чему диалектическая логика Гегеля, несмотря на претензии на преодоление формальной логики, ничего

70

⁶³ Щедровицкий Г.П., Дубровский В.Я. Логико-методологические проблемы структурно-системных исследований.–Вопросы логики и методология общей теории систем, с. 13. Тбилиси, 1967.

⁶⁴ Там же.

⁶⁵ Гегель. Наука логики, т. 1. М., 1970, с. 141.

⁶⁶ Там же, с. 139.

⁶⁷ Там же, с. 140.

не могла предложить науке, кроме мало что выражающих фраз.

Чистое бытие у Гегеля превратилось в ничто. Но если все – ничто, то это значит – конец всему. Но он не хочет допустить этого. И вот как результат становления у Гегеля появляется другое бытие – «наличное бытие». «Налично бытие, – пишет он, – есть *определенное* бытие; его определенность есть *сущая* определенность, качество». «Наличное бытие, рефлексированное в этой своей определенности внутри себя, есть налично – сущее нечто»⁶⁸. Гегель называет наличное бытие *Dasein*. Это определенный предмет. Обозначим его первой буквой английского определенного артикля (*the*) *t*. «Чистое бытие» – неопределенный предмет – обозначим *a* (английский неопределенный артикль). Он не ничто. Как известно, в квантовой механике элементарная частица имеет неопределенную координату. И эта координата реальна, как и определенная.

Итак, мы имеем элементарную ячейку формального аппарата общей теории систем. Она состоит из двух «объектов» – *определенного* и *неопределенного* (*t*, *a*). Во избежание недоразумений обратим внимание на отсутствие в этой базовой ячейке категории «множество». «*t*» и «*a*» – это просто вещи, а не множество вещей. Этим наш подход существенно отличается от подхода таких разработчиков общей теории систем, как Л. Заде, В. Кулик⁶⁹. Они понимают системологическую роль понятия неопределенности, но связывают неопределенность с понятием множества. Так, Заде говорит о «размытых множествах», В.Т. Кулик – о «небулярных множествах».

Для нас «неопределенность – определенность» относится не к множествам, а к предметам. Категория же множества не является исходной и может быть сконструирована лишь на более поздних стадиях развития аппарата. Однако эта категория, естественно, может быть использована в том языке, с помощью которого мы строим наш аппарат. Для иллюстрации диалектики перехода неопределенности в определенность приведем такой пример. На горизонте виден дымок. Мы угадыва-

⁶⁸ Там же, с. 169.

⁶⁹ Zadeh I.A. Fuzzy sets. – «Information and control», N 3, 1965. № 3, p. 330–353; см. также Кулик В. Т. Небулярные множества. Промышленная кибернетика. Киев, 1971.

ем, что это – корабль. Какой? Неопределенный. Это не неопределенное, не размытое или небулярное множество кораблей, а именно корабль – неопределенная вещь. Затем, приближаясь к нам, неопределенная вещь может стать определенной. Это не означает, что мы «фиксировали элемент множества», как утверждают некоторые логики. Множества у нас и не было.

Неопределенность, равно как и определенность, нельзя связывать лишь с особенностями восприятия внешнего мира субъектом, ибо это различие имеет и объективное основание. Мы не останавливаемся на этом вопросе более подробно, поскольку он достаточно полно выяснен в нашей философской литературе⁷⁰.

Определим фундаментальное отношение между t , a . t , a – это некоторые объекты. Лишь в частном случае они могут быть суждениями. Отношение между неопределенным и определенным объектом можно выразить так: «если есть один из них (скажем, определенный), то тем самым есть и другой – неопределенный». Как известно, в логике связь между двумя суждениями типа: «если..., то ...» выражает *импликация*. Однако мы не можем использовать здесь этот термин, поскольку у нас в общем случае речь идет о связи *не суждений, а объектов*. Фундаментальным отношением в нашей системе будет некоторое *обобщение импликации*, которое мы назовем *импликацией*. Содержательно импликацию можно определить с помощью фразы: «Если есть одно, то тем самым есть и другое». Будем выражать ее с помощью стрелки $t \rightarrow a$.

Выражение «тем самым», как и всякое выражение естественного языка, имеет ряд значений. Было бы нереально пытаться ликвидировать эту многосмысленность в натуральном языке сразу же, ибо каждое слово, которое мы при этом будем использовать, опять же многозначно. Более целесообразен другой путь преодоления этого затруднения – постепенное уточнение значения терминов по мере развития аппарата в рамках вводимых в нем терминов. Кстати, этот путь широко применяется при определении импликации в логике высказываний, равно как и многих других понятий в формализованных языках.

⁷⁰ См. Курчиков Л.М. Пізнання і невизначеність. Київ, 1970.

Отношение $t \rightarrow a$ является *внутренним* для t, a . Ибо, имея конкретную вещь, мы тем самым имеем какую-то вещь, не можем не иметь какой-то вещи. Поэтому можем записать $t, a \rightarrow (t \rightarrow a)$. Запятая и скобки здесь представляют собой вспомогательные символы, которые можно рассматривать как метаязыковые по отношению к нашему языку.

Обратное отношение $a \rightarrow t$ также возможно, но оно не является внутренним для a, t , ибо зависит от конкретной ситуации. Например, пустив стрелу в неопределенном направлении, Иван-царевич получает в жены определенный объект – царевну-лягушку. Но это не обязательно должно было случиться.

Задача, поставленная в предыдущей главе – создание общей теории систем – может быть решена лишь в том случае, если будет создан адекватный этой цели формальный аппарат. Введение двух исходных символов a и t явно недостаточно для создания такого аппарата. Необходимо более богатое многообразие формальных объектов.

Такие объекты могут быть получены с помощью операций. Поэтому введем две операции. Одна из них – *операция отличия*, выраженная словами «отличная от». Обозначим ее символом $/$. Другая – операция исключения, выражаемая словом «кроме». Обозначим ее $-$.

Применяя первую операцию к t , мы получим: «какой-то объект, отличный от t » – это не просто какой-то объект, а именно объект, отличный от t . Стало быть, его неопределенность ограничивается этим отличием. Обозначим этот объект t' . Символически это выражается так: $((a/t)) \rightarrow t'$. В то же время очевидно $((t/a)) \rightarrow t$. Двойные скобки здесь и далее будут показывать, что речь идет о результате операции.

Используя вторую операцию, мы получим: « t , из которого что-то исключено, – это уже не t ». Обозначим этот новый объект $\overset{\Delta}{t}$. На языке символов это выглядит так: $((t-a)) \rightarrow \overset{\Delta}{t}$. Что касается использования операции исключения к a , то ее результатом будет t' . В самом деле, если неопределенный объект не будет содержать t , это будет t' . Если же он содержит t , то лишится его в результате исключения.

Выразим обе операции таблично.

Таблица 3

Операция отличия

l	t	a
t	\emptyset	t
a	t'	a

Таблица 4

Операция исключения

$—$	t	a
t	a	$\overset{\Delta}{t}$
a	t'	a

Символ \emptyset обозначает невозможную вещь – «ничто», что и выражает наша формула $((t/t)) \rightarrow \emptyset$. Не может быть определенной вещи, отличной от самой себя. Однако $((t-t)) \rightarrow a$. Если вещь уничтожить, исключить ее саму из себя, то все же что-то останется. В мире имеют место лишь превращения вещей друг в друга, а не их превращения в ничто. Это и выражено нашей формулой. Как видно, использование указанных двух операций дает возможность расширить наши представления об объектах a и t .

Операции отличия и исключения имеют бинарный характер, т.е. они осуществляются над парами объектов. Однако можно ввести и неопределенноместную операцию контрподстановки. Обозначим ее символом Π (перевернутое Π). Таким путем операционные возможности нашего языка еще расширятся. Результатом применения этой операции к некоторой совокупности объектов будет такой объект, вместо которого могут быть подставлены все эти объекты. Обозначим такой объект символом A . Символически это записывается так:

$((\Pi, t, a, t', \overset{\Delta}{t})) \rightarrow A$. Символ \emptyset отсутствует в перечне тех объектов, над которыми производятся операции (операндов), поскольку «ничто» – это лишь свидетельство ошибки и оперировать им невозможно. Объект A может быть понят как «любая вещь». Но эта «любая вещь» существенно отличается от a . Объект a – неопределенная, объект A – произвольная вещь. В качестве A мы можем взять любую вещь, которую захотим. В другом случае берем любую вещь, которая попадает-ся. Указанное различие хорошо иллюстрируется отмеченной выше ситуацией с выбором невест в русской сказ-

ке. Если бы невесты выстраивались перед царевичем шеренгой и он выбирал любую, то такая ситуация символизировалась бы с помощью A . Иное дело, когда он пускает стрелу и должен взять в жены *любую*, *какая попадется* – a .

Любая, какая попадется, вещь может быть также названа «некоторой» вещью. Но различие между некоторой вещью в этом смысле и любой вещью в смысле A нельзя моделировать с помощью различия между квантором всеобщности и квантором существования. Если проводить теоретико-множественную аналогию, то в обоих случаях, как это видно из примера с выбором невест, должен быть использован квантор всеобщности. Различие между A и a в синтаксисе исчисления предикатов не выражается. Здесь это может быть вопросом лишь семантики. Так, первый случай выразим в виде

$$\forall x[P(x) \rightarrow N(x)].$$

Здесь P – «та, которая понравится», N – невеста. Второй случай структурно тождествен первому $\forall x[Q(x) \rightarrow N(x)]$. Но здесь Q – это «та, которая попалась».

Понятие произвольного объекта широко применяется в математике, в особенности в процессе математических доказательств. Правда, некоторые ученые возражают против его использования. Так, известный американский логик Н. Решер иронически спрашивает, какими свойствами обладает произвольный объект множества $S = \{1, 2, 7, 8, 13\}$. Является ли этот объект простым числом, четным, нечетным, равным 7 и т.д.?⁷¹ Он пытается доказать, что использование понятия произвольного объекта приводит к противоречию. Однако на некорректность его доказательства указал Л. Годдард⁷². Философские рассуждения Решера носят чисто номиналистический характер, ибо они ведут к отрицанию реальности общего. По сути дела Решер воспроизводит аргументы Беркли в его борьбе против абстрактных идей, на что указывает Годдард. Кажущаяся убедительность аргументации Решера исчезает, когда мы будем различать произвольный или неопределенный объект – A или a и определенный фиксированный

⁷¹ Rescher N. Can there be Random Individuals? – «Analysis», 1958, Vol. 18, N 5.

⁷² Goddard L. Mr. Rescher on Random Individuals. – «Analysis», 1958, Vol. 19, N 1.

объект, который в нашей символике обозначается t . Первые объекты нельзя рассматривать как элементы множества S , поскольку это множество состоит из определенных объектов. Как произвольный, так и неопределенный объект при определенных условиях эквивалентен, хотя и, что очень важно подчеркнуть, нетождествен множеству S . Правда, в математике понятия неопределенного и произвольного объекта часто смешиваются. Между тем их различие имеет существенное значение при доказательстве многих математических теорем.

Формальное различие между обоими объектами в нашей системе выражается так: в то время, как имеет место импликация $t \rightarrow a$ импликация $t \rightarrow A$ была бы совершенно неправомерной. Из того, что Иван-царевич получил в жены лягушку, вовсе не следует, что он получил бы любую невесту, какую захотел. Степень определенности вещи может быть повышена, если мы введем операцию ограничения, выражаемую словами «кроме фиксированной вещи». Такая ситуация («операция») имела место в известной сказке Ш. Перро «Синяя Борода». Последний ограничивал произвольность выбираемого объекта тем, что разрешал своим женам заходить в любую комнату замка и, тем не менее, указывал некоторую комнату, вход в которую его женам был запрещен.

В нашей символике это будет обозначаться так:

T' — это любая вещь, отличная от t .

Другого характера определенность, чем та, которая выражена операторами: «отличная» и «кроме», мы получим с помощью ограничительного оператора «только». Для обозначения этого оператора используем символ L .

Так, если у нас есть t , то остается выяснить, нет ли чего-нибудь и другого, т.е. все ли, что мы имеем, зафиксировано. Когда t настолько точно определено, что исключает что-либо вне этой вещи, то получим:

Lt — только определенная вещь t .

Для пояснения приведем такой пример. У всех наших читателей, надо полагать, есть начальное образование. Тем не менее, при заполнении анкет большинство, а может быть, и все они в графе «образование» никогда не пишут «начальное». Ибо, если под t понимать начальное образование, у них есть t , но они имеют не только t , т.е. не Lt (не только начальное). Оператор L

можно применять не только к t , но и к a и t' . Тогда получим «только неопределенный объект», «только неопределенный объект, отличный от t ».

При построении общей теории систем нам потребуются и некоторые другие объекты. Один из них – обозначим его b – введем с помощью операции, которую можно назвать реистическим синтезом. Это мысленное объединение в единое целое двух вещей. Сейчас мы не рассматриваем вопроса о том, что получится, если мы будем объединять друг с другом все уже известные нам объекты. Объединим лишь a и t . Это можно выразить просто путем записи одного символа вслед за другим: ta . Понятно, что объект ta , вообще говоря, отличен от t , хотя в частном случае, когда a входит в t , он может и не отличаться от t . Обозначим его b . Тогда мы получим по определению:

$b =_{\text{def}} ((ta))$ (заключение в двойные скобки, как уже говорилось, указывает на то, что имеется в виду результат "операции"). Соответственно можно определить $B =_{\text{def}} ((tA))$. Это будет любой произвольный объект, содержащий t . Поскольку мы ввели новые объекты T' и Lt , b и B , то должны переопределить A как результат контрподстановки (см. термин, введенный выше на стр. 74). В итоге мы получим

$((\Pi t, a, t', t, T', Lt, b, B)) \rightarrow A$. Или, более точно,

$$A =_{\text{def}} ((\Pi t, a, t', \overset{\Delta}{t}, T', Lt, b, B)).$$

И так мы должны будем поступать после введения каждого нового объекта. Поскольку это утомительно, то лучше принять *постулат актуализации*, согласно которому такое переопределение происходит всякий раз, как только в результате тех или иных операций появляется новый объект. Теперь используем объекты t' , T' , B и A для получения новых объектов с помощью операции исключения. Введем по определению:

$$\overset{\cup}{t} =_{\text{def}} ((t - t'))$$

$$\overset{\sqcup}{t} =_{\text{def}} ((t - T'))$$

С помощью вновь полученных объектов эксплицируется некоторое обобщение понятия части, элемента, подмножества, стороны, аспекта объекта. Авторы книг по теории множеств обычно противопоставляют друг другу

подмножество и элемент. Но вместе с тем между тем и другим есть общее, отражаемое в наших понятиях. Будем употреблять слово «подобъект» в таком обобщенном смысле:

\bar{t} – любой произвольный подобъект,
 $\underset{\cup}{t}$ – какой-то неопределенный подобъект.

С помощью объекта \bar{t} определим другой важный объект, который можно назвать «диспаратом t ». Обозначим его \dot{t}

$$\dot{t} =_{\text{def}} [[(t' / \bar{t})) / B]]$$

Диспарат t – это такой объект, отличный от t , который вместе с тем отличен от любого подобъекта t и объекта B . С помощью объекта b определим то, что может быть названо «надобъектом t ». Обозначим его $\overset{\Delta}{t}$.

Символически $\overset{\Delta}{t} =_{\text{def}} ((b/t))$. Надобъект t – это такой объект, содержащий t , который отличен от самого t . Все эти понятия имеют весьма существенное значение для выражения концептуального аппарата системного подхода.

В будущем нам понадобится еще один важный оператор. Для того чтобы понять его сущность, вернемся к приведенному выше примеру с дымом на горизонте. Допустим, мы видели дым утром и увидели дым в полдень. В обоих случаях имеем неопределенный предмет – a . Вообще говоря, это могут быть разные предметы, например, разные корабли. Но если мы вели тщательное наблюдение за дымом и он все время был в поле зрения, то мы будем уверены, что в полдень мы видим тот же объект, что и утром, хотя он и остается неопределенным. Нам нужен особый знак, чтобы выразить эту дополнительную информацию.

Содержательный смысл вводимого нами символа в русском языке выражается словами «такой же, как». Этот смысл предполагает выделение некоторого объекта в качестве того, с которым происходит отождествление. Например, в полдень нам станет ясно, что виден теплоход «Казахстан». Если утром дымил тот же теплоход, то это значит, что утром дымил «Казахстан». Тот объект, с которым происходит отождествление, выделим с помощью повернутой в другую сторону греческой буквы йота ° перед символом неопределенного объекта.

Поскольку этот символ играет роль оператора, будем называть его *йота-оператором* – ι . Отождествляемые объекты будем обозначать перевернутым йота оператором $\bar{\iota}$. Объект, перед которым находится символ $\bar{\iota}$, будем называть *конкретой* объекта: например, ιa , $\iota t'$, $\iota T'$.

Может случиться так, что в процессе исследования характеристика конкреты изменится. Скажем, утром, когда мы видели дым, это был неопределенный объект – a , в полдень же мы знали, что это объект t' , ибо он наверняка не «Иван Франко», ибо мы знаем, что «Иван Франко» сейчас где-то в районе острова Таити. Тогда имеем в одном случае ιa , в других же $\iota t'$. Сказанное относится ко всем неопределенным объектам.

В том случае, когда нам нужно произвести отождествление не один, а больше, скажем, два раза, используются разные йота-операторы. Например, одинарный – как выше и удвоенный – $\iota\iota a$, $\iota\iota T'$. Соответственно йота-операторы можно утраивать, учетверять и т.д. Отметим, что использование нами йота-оператора имеет некоторую аналогию с его использованием в исчислении предикатов, но не тождественно ему.

Сказанного достаточно для того, чтобы приступить к формальным определениям важнейших для построения общей теории систем категорий – «вещь», «свойство» и «отношение».

3. ФОРМАЛЬНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАТЕГОРИЙ «ВЕЩЬ», «СВОЙСТВО», «ОТНОШЕНИЕ»

Поскольку содержательный анализ категорий «вещь», «свойство» и «отношение» был дан в специальной работе⁷³, здесь мы отметим лишь некоторые наиболее существенные их аспекты, связанные с отличием нашей концепции от общепринятой в современной математической логике. В понимании категории «вещь» таких отличий нет. Что же касается категории «отношение», то в современной математической логике оно отождествляется с классами упорядоченных пар, троек, четверок и т.д. предметов. Например, класс пар понятий «север – юг», «юг – север», «восток – запад», «запад – восток» образует *отношение противоположности*. *Отношение обмена* предполагает четыре объекта, так как здесь должно

⁷³ См. Уемов А.И. Вещи, свойства и отношения.

быть два человека, которые обмениваются, и два товара, которые обмениваются.

Но как определить, что у нас действительно пара, а не один предмет? Например, с чем мы имеем дело, если говорим о супружеской чете? Это два «предмета» или один? С одной стороны, это как будто бы два «объекта», но, с другой стороны, мы их объединяем в понятие «чета» именно потому, что они действуют как единое целое, т.е. как один объект, которому можно приписать определенные свойства. Например, супружеская чета может быть дружной, недружной, новой или уже справившей золотую свадьбу. В каких из этих случаев речь идет об отношениях, и в каких просто о свойствах?

Могут сказать, что супружеская пара – это все же не одна, а две «вещи», так как они отделены друг от друга пространственно. А как быть с парами рук? Они ведь соединены пространственно. Пятерки пальцев на руках тоже соединены пространственно. Значит, они образуют одну вещь? Но высказывание «все пальцы на руке равны» выражает отношение, т.е. здесь имеются в виду разные «вещи».

Две стороны одной медали, по-видимому, две разные вещи. И любой предмет состоит из множества элементов, хотя бы они и не были пространственно отделены друг от друга. Таким образом, ссылка на то, что у нас класс не индивидуальных предметов, а пар, троек, четверок и т.д., сама по себе еще ни о чем не говорит. Эта ссылка не дает нам возможности выделить отношение, поскольку пары, тройки, четверки и т.д. сами рассматриваются как индивидуальные предметы, лишь потому мы их и обозначаем отдельными словами.

Таким образом, теоретико-множественный уровень формализации понятия «отношение», который мы изложили выше и который рассматривается в математической логике, не дает возможности определить специфику этой категории. Эта специфика не выделяется и при определении отношений как двух или, вообще говоря, многоместных предикатов, ибо под предикатом в свою очередь понимается функция, определенная на некотором множестве предметов, которая каждой паре или каждым несколькими предметам из этого множества, взятым в определенном порядке, сопоставляет высказывания, принимающие значения истины (*И*) или лжи (*Л*). Функции с такими значениями называются также логи-

ческими. Например, в множестве натуральных чисел отношение «больше» представляет собой функцию, которая, например, парам (3, 2) (5, 3) (5, 4) (6, 5) сопоставляет истинные высказывания, а парам (2, 3) (1, 8) (1, 25) (10, 11) – ложные. При этом истинное высказывание принято отождествлять просто с истиной, а ложное высказывание – с ложью.

При таком, более общем, понимании отношение не обязательно отождествляется с его объемом, т.е. с классом вещей, в которых оно существует. Но в этом случае возникают другие трудности. Поскольку отношения являются логическими функциями, т.е. они обязательно предметам сопоставляют мысли, то получается, что отношения не носят объективного характера, не существуют вне человека и человечества. И при таком понимании нельзя преодолеть указанные трудности.

Определение отношения через многоместные предикаты имеет и другие недостатки. Как известно, для отличения отношения от свойств с этой точки зрения решающее значение имеет определение числа мест предиката. Логическая функция от двух или большего числа переменных, т.е. относящихся к двум или более предметам, определяет отношение, а функция от одной переменной, относящаяся к одному предмету, – свойство.

Когда такая функция записана на бумаге или доске, то все как будто ясно. Например, $P(x)$ – очевидно, функция от одной переменной, а $P(x, y)$ – от двух. Стало быть, в первом случае мы имеем дело со свойством, в другом – с отношением. Но как быть, когда нам самим, необходимо записать функцию? Здесь возникает та же самая трудность, которая уже рассматривалась выше в связи с представлением отношений в виде пар, троек, четверок и т.д. предметов. Сколько переменных в выражении «Супружеская пара справила золотую свадьбу»? Одно или два? Здесь та же трудность. Или возьмем другое выражение: x – человек и y – доктор. Сколько здесь переменных? Формально здесь две. И на этом основании Н. Гудмен считает такие высказывания выражениями отношений⁷⁴. Это вполне последовательно. Но тогда нужно считать, что высказывания « x и y – доктора» и «Все люди смертны» тоже выражают отноше-

⁷⁴ Goodman N. Axiomatic measurement of Simplicity. – «The Journal of Philosophy», 1955, vol. L11, N 24, p. 712–713.

ние. Но в таком случае мы полностью порываем с привычным смыслом, вкладываемым в слова «свойство» и «отношение».

Этот разрыв проявляется и в том, что математическая логика требует фиксации как числа предметов, вступающих в отношение, так и их порядка. Но с точки зрения обыденного понимания отношения этого не требуется. Например, возьмем высказывание «Купцы передрались». Всем ясно, что здесь выражено определенное отношение между купцами, причем для понимания этого отношения совершенно безразлично как число этих купцов, так и их порядок. Поэтому вполне возможно говорить об отношениях с неопределенным числом соотносящихся предметов. В математической логике такие выражения считаются некорректными.

Далее, возникает трудность с рефлексивными отношениями, т.е. с такими, которые (как, например, отношение тождества) предполагают отношение предмета к себе самому. Почему же такое «отношение» считается двухместным и записывается в виде $P(x, x)$? Ведь устанавливается оно не между двумя, а только с одним предметом?

Последняя из трудностей такого подхода была в свое время отмечена Б. Расселом⁷⁵. Понятие отношения определяется через предикат, предикат – через логическую функцию, логическая функция – через функцию, а как определить функцию? Бесспорно, что функция – это некоторое отношение, которое... Сейчас для нас неважно, какое это отношение. Важно то, что без понятия отношения в явном или неявном виде при определении понятия функции не обойтись. Таким образом, определение отношения с помощью предиката приводит к порочному кругу.

Но можно ли и если да, то каким путем, преодолеть все эти трудности, возникающие в математической логике? Пытаясь определить отношение, можем ли мы обойтись без таких слов, которые обозначали бы отношения? Ведь даже связка «есть» или ее эквиваленты, без которых невозможно никакое определение, уже обозначают некоторые отношения! Однако необходимо делать различие между общепонятными словами обиходного языка, которые выражают понятия, не требующие

⁷⁵ *Russel B. The principles of Mathematics. London, 1950, p. 99.*

особого определения, и научными терминами, которые специально вводятся в наш язык и поэтому должны быть определены. Каждый человек, понимающий по-русски, знает, в каком смысле употребляется слово «выше», но далеко не всякий знает, что такое функция. Когда определяется понятие функции, то использование слова «отношение» вполне естественно, так как оно может предполагаться общепонятным. Но общепонятное также может быть уточнено. В ряде случаев задача такого уточнения становится весьма актуальной. Так, может быть уточнено значение слов «есть» и «отношение». Последнюю задачу мы и решаем. Но в таком случае уже нельзя ссылаться на понятие «отношение».

Сказанное не означает, что вообще нельзя выражать отношение через функции. Для определенных целей, скажем в рамках математики, такое выражение представляет ценность. Но его нельзя рассматривать как единственно возможное определение понятия «отношение».

Можно, например, предложить систему определений категорий, в которой каждая определяется через саму себя и две других. Очевидно, что круг в определении здесь налично, но его характер существенно отличается от того порочного круга, который получается при определении отношения через предикат. Ибо отношение и предикат – понятия не коррелятивные, тогда как «вещь», «свойство», «отношение» – коррелятивные, точно так же как и «материя» и «сознание». Определение последних друг через друга является единственно возможным определением для предельно общих понятий. Но само отношение коррелятивности является тем, что в известной мере предотвращает отрицательные последствия круга в определении.

Перейдем теперь к разворачиванию нашей системы определений исходных категорий общей теории систем. Мы начнем его с определения вещи. Возьмем два определения вещи: онтологическое («вещь есть система свойств») и логическое («вещь – то, чему приписывается свойство»). По-видимому, такое противопоставление их не оправдано, ибо каждое из этих определений имеет свою онтологическую и логическую сторону. Более существенно иное. Первое из определений – «онтологическое» имеет ближайшим родом понятие «система». О нем будет речь идти ниже в связи с определением

«системы». Ближайшим родом второго, «логического» определения является то же понятие «вещи». В самом деле, какое слово скрывается здесь за местоимением «то»? В рассматриваемом плане у нас нет более общих категорий, чем категории «вещи», «свойства» и «отношения». Следовательно, под «то» подразумевается одна из них. Но не «свойство» и не «отношение». Значит – «вещь».

Если более откровенно сформулировать это определение, то получится: «Вещь – это такая вещь, которой приписывается какое-то свойство». Но вещи можно приписать не только свойство. В ней можно установить и отношение. Тогда мы получим такое определение: «Вещь – это такая вещь, в которой устанавливается отношение». Здесь подчеркнут логический аспект. Но эти дефиниции можно сформулировать и в чисто онтологическом плане:

«Вещь – носитель свойств».

«Вещь – носитель отношений».

Термин «носитель» опять-таки определяется через категорию вещи. Первая из приведенных дефиниций определяет вещь через вещь и свойство. Вторая – через вещь и отношение. Можно определить вещь только через вещь. Например, «Вещь – это относительно отдельное, самостоятельное бытие». В открытой форме это будет: «Вещь – это вещь». Ибо бытие иначе, чем через вещь, определить нельзя. Это, конечно, тавтологическое определение, но и оно не лишено смысла, поскольку указывает на способ употребления символов. Свойство «отдельности», использованное нами при определении вещи, можно выразить в нашем формализованном языке с помощью отдельного написания символа. Тогда мы получим такую запись приведенного выше тавтологического определения:

$$(\iota A) \text{Вещь} =_{\text{def}} \iota A.$$

В дефиниендуме в скобках то, чему приписывается свойство «быть вещью».

Принимая условие, что свойства записываются справа от скобки с обозначением вещи, а отношение – слева, два других определения вещи выразим следующим образом:

$$(\iota A) \text{Вещь} b =_{\text{def}} (\iota A) a,$$

$$(\iota A) \text{Вещь} b =_{\text{def}} a(\iota A).$$

Делая вместо A любые подстановки, получаем различные частные случаи определения вещи.

Приведенные схемы можно использовать и для определения свойств и отношений. Только в этом случае необходимо менять местами a и A . Ибо определяться будет не любая вещь, а любое свойство. И любое свойство присуще не любой, а какой-то вещи! То же – *mutatis mutandis* – можно сказать и об отношении. Таким образом, формальное определение свойства:

$$({}_1A)\text{Свойство} =_{\text{def}} (a){}_1A$$

и соответственно отношения:

$$({}_1A)\text{Отношение} =_{\text{def}} {}_1A(a).$$

Приведенные определения дают возможность отличить свойства и отношения, с одной стороны, и вещи – с другой. Свойства и отношения не существуют отдельно от вещей. Мыслимые отдельно, они тут же превращаются в вещь. Например, в предложении: «Мэри – красива». «Красива» – свойство. Но как только мы отделим красоту от Мэри, она тут же превращается в вещь. Естественный язык очень чутко улавливает подобные метаморфозы. Если мы отделяем «красоту» от вещи, то мы употребляем это слово как имя существительное, и оно обозначает предмет, вещь. В этом сказывается выразительная мощь натурального языка. Как видно, здесь нет непреходимых границ между вещами, свойствами и отношениями, какие создаются метафизическим складом мышления. Они отсутствуют и в том формализованном языке, который мы создаем здесь.

Но как в этом языке различить свойства и отношения? Если исходить из содержания, то можно сказать, что свойство характеризует вещи, отношение существует в вещах, устанавливается в них. Но такое различие требует дальнейшего уточнения. Когда мы даем характеристику вещи, то в соответствии с требованиями закона тождества она должна относиться именно к данной вещи, а не к какой-нибудь иной. Иными словами, характеризуя вещь, мы не меняем ее. В результате того что мы приписали вещи то или иное свойство, у нас никакой новой вещи не образовалось. Например, говоря, что Обломов был ленив, мы не изменили его. То же самое имеет место, когда всем людям приписывается свойство смертности или некоторым из них – грамотность. Этот

момент нашел свое отражение в теорий суждений С. Джевонса, который каждое суждение рассматривал как выражение тождества вещи – в субъекте и предикате⁷⁶.

При установлении отношений между вещами мы имеем иную ситуацию. Петр и Мария – это две «вещи». Образованные Петр и Мария – то же. Но когда между ними устанавливается некоторое отношение, то мы получаем третью вещь – пару, состоящую из Петра и Марии. Если отношение между ними выражается словом «женат», то мы получаем супружескую пару. Этой паре в свою очередь можно приписать различные свойства. Например, вначале она была дружной, потом стала недружной, вначале была молодой, а потом справила золотую свадьбу.

Возьмем другой пример: если трем числам (1, 2, 3) приписать свойство «быть простым числом», то опять-таки останется три числа. Но если между ними будет установлено отношение «второе больше первого, но меньше третьего», то мы получим новый предмет – тройку чисел⁷⁷. Этой тройке можно найти свойство – быть первой тройкой простых чисел. Таким образом, установление отношения приводит к образованию новой вещи. Это означает, что в рассматриваемом плане можно провести четкое различие между свойством и отношением. Это различие можно включить в определение свойства. Тогда мы получим: «Свойство есть то, что, характеризуя вещи, не образует новых вещей». Что же касается отношения, то оно есть то, что, будучи установлено между вещами, образует новые вещи.

Это определение лишено тех недостатков, которые, как мы отмечали выше, присущи обычному определению отношения с помощью многоместного предиката. Прежде всего, понятие числа не кладется в основу различения свойства и отношения. Свойство может быть приписано множеству предметов, как и отношение установлено между ними. Во-вторых, отношение, как и свойство, может относиться к одному предмету. В предложении «Я думаю о себе» только один предмет – «я». «Думаю о себе» выражает здесь отношение к самому себе. Но в результате этого отношения образуется новая вещь –

⁷⁶ См. Джевонс С. Основы науки. СПб., 1881, с. 36–42.

⁷⁷ О тождестве понятий «вещь» и «предмет» см.: «Философская энциклопедия», т. 1. М., 1960, с. 249; т. IV. М., 1967, с. 356–357.

пара думающих друг о друге субъектов. Таким образом, снимается отмеченная выше трудность рефлексивных отношений. Пусть у нас есть отношение тождества $a \equiv a$. Здесь мы имеем исходную вещь – a и пару (a, a) , которая образовалась в результате установления отношения тождества. Ее не было до отношения. Следовательно, пару (a, a) нельзя относить к определению функции. Она относится к ее значению.

В связи с таким подходом открывается возможность построить модель отношения и свойства с помощью понятия функции, минуя те гносеологические трудности, о которых шла речь выше. Свойство можно выразить как функцию, в определение которой входят некоторые вещи, а в значение – те же самые вещи. В нашем формализованном языке это будет выглядеть так:

$$(1A) \text{Свойство} =_{\text{def}} (11a)1A \rightarrow 11a.$$

Отношение в таком случае выразится через функцию, в определение которой входит некоторая вещь, в то время как значение представляет собой некоторую вещь, отличную от первой. В нашем языке будем иметь:

$$(1A) \text{Отношение} =_{\text{def}} 1[1A(11a)] \rightarrow 1(11a').$$

Эта формула нуждается в пояснении. Прежде всего, поскольку символ, перед которым стоит йота-оператор, названный выше «конкретой», представляет собой условно-конкретизированный объект, применительно к нему можно использовать те обозначения, которые были применены к определенному объекту t . Так, t' – некий объект, отличный от t . Соответственно $11a'$ – некий объект, отличный от $11a$. Йота-оператор может быть помещен не только перед отдельным символом объекта, но и перед скобкой. В таком случае он означает «Тот самый объект, который определен скобкой». Наш дефиниенс, таким образом, значит: «Тот объект, который определен в квадратной скобке, отличен от $11a$ ». Иными словами, устанавливая любые отношения в па, мы производим тем самым нечто отличное от $11a$.

Приписывание свойства и установление отношения выражаются в виде соответствующих суждений, обладающих значениями истины и лжи, но эти суждения относятся лишь к отражению объективных фактов в голове человека, не входя в само их определение.

Что касается упорядоченности множества объектов, вступающих в отношение, и определенности их числа, то все это в рассматриваемом определении не существенно, поэтому и не отражается никакими формулами. Например, число людей, образующих толпу, и их порядок являются неопределенными, однако это не мешает тому, чтобы толпа, как целое, была объединена определенным соотношением. Тот случай, когда число элементов, вступающих в отношение, является определенным, можно рассматривать лишь как особый вид отношений – как определенноместные отношения.

Другой частный случай охватывает отношения, предполагающие определенный порядок соотносимых вещей. При этом число этих вещей может быть как фиксированным, так и неопределенным.

В разобранных определениях в качестве ближайшего рода для определения понятия свойства выступает свойство, а для отношения используется отношение. Это видно из словесных формулировок и особенно из той символической записи, которая приведена в нашем формализованном языке. Определяя свойство как свойство, мы отграничиваем его от вещей и отношений, определяя отношение как отношение, мы отличаем его от вещей и свойств.

В связи с этим возникает вопрос: нельзя ли определить свойство как отношение и отношение как свойство? Известно, что еще Гегель подчеркивал мысль о том, что свойства вещи представляют собой ее определенные соотношения с другим; что свойство – это некоторый способ отношения друг к другу⁷⁸. Но это значит, что свойство можно определить через отношение. Это можно сделать так: «Свойство вещи – это отношение, существующее в той вещи, в которую включается данная вещь».

В свою очередь и отношение можно определить как свойство. В самом деле, любое отношение как-то характеризует вещи, в которых оно существует. Например, отношение Петра к Марии как к жене является характеристикой, т.е. свойством этой супружеской пары. Таким образом, мы получаем следующее определение: «Отношение вещи – это свойство, характеризующее ту вещь, в которую включается данная». Как видно, оба определения – свойства как отношения и отношения как свой-

⁷⁸ См. Гегель. Соч., т. V. М., 1937, с. 581. 88.

ства – двойственны по отношению друг к другу, т.е. получаются друг из друга путем замены термина «свойство» термином «отношение» и наоборот.

Особенно наглядно это видно из формализации указанных определений в нашем языке. Такая формализация может быть произведена с помощью введенного выше понятия «надобъекта». Напомним, что применительно к «конкрете» неопределенного объекта надобъект будет обозначаться так же, как и применительно к t , т.е. $\mathfrak{na}\Delta$. С учетом этого мы получим следующие определения:

$$\begin{aligned} (1A) \text{Свойство} &=_{\text{def}} (11a) \mathfrak{1}A \rightarrow \mathfrak{1}A(\mathfrak{1}\mathfrak{1}a^{\Delta}), \\ (1A) \text{Отношение} &=_{\text{def}} \mathfrak{1}A(11a) \rightarrow (\mathfrak{1}\mathfrak{1}a^{\Delta}) \mathfrak{1}A. \end{aligned}$$

Каждое из этих определений отграничивает определяемую категорию от категории вещи.

Таким образом, вместе с приведенными выше определениями, отграничивающими категории «свойства» и «отношения» друг от друга, мы получили достаточно полную характеристику этих категорий. Недостатки отдельных определений преодолеваются в их системе.

4. ПРАВИЛЬНО ПОСТРОЕННЫЕ ФОРМУЛЫ ЯЗЫКА ТЕРНАРНОГО ОПИСАНИЯ

Поскольку излагаемый язык основан на формализации отношений между тремя разобранными выше исходными категориями вещи, свойства, отношения и выражение сущности системного подхода на этом языке будут даны в плане именно этих построений, можно назвать этот язык *языком тернарного описания* (от латинского «тернарный» – троичный). Однако сначала необходимо исследовать, насколько широки выразительные возможности такого языка. Это можно сделать на примере анализа допустимых в этом языке, т.е., используя общепринятую в логике терминологию, правильно построенных формул. Начнем с их общей характеристики.

Как известно, на протяжении всей истории логики ее разъедал концептуально-пропозициональный дуализм: одни формулы выражают суждения, другие – понятия, и между ними пропасть. Стремление преодолеть этот дуализм приводит к тому, что логические проблемы

пытаются решить исходя лишь из анализа суждений. Еще недавно в учебниках традиционной логики были не только разделы, посвященные суждениям, но и разделы, посвященные, в частности, определению и делению понятий⁷⁹. В книгах же по логике, считающейся современной (Гильберт и Аккерман, Клини, Черч и т.д.), разделы о понятиях фактически исчезли. Суть логики–вывод– опирается теперь только на суждения в отличие от силлогистики Аристотеля, в которой большое значение имел именно концептуальный анализ. Правда, в последнее время у некоторых логиков вновь пробудился интерес к понятиям. Появилась значительная литература, обобщенная у нас в исследованиях Е.К. Войшвилло и Д.П. Горского⁸⁰. Однако весь анализ в этих работах ведется в плане пропозициональной логики и по существу представляет собой попытку сведения понятий к суждениям.

В философском плане такая тенденция обосновывается тем, что только суждения в отличие от понятий могут быть охарактеризованы как истинные и ложные.

Такая абсолютизация роли суждения нам представляется необоснованной. В ранее опубликованных работах мы уже делали попытку преодолеть концептуально пропозициональный дуализм. В них обосновывалась применимость категорий истины и лжи к мыслям, имеющим логическую форму понятия, и в связи с этим исследовалась возможность получения дедуктивных выводов из понятий⁸¹, показано, что суждения и понятия на первом уровне могут быть выраженными одной и той же формальной схемой и что различие между обеими формами мысли возникает на более высоком уровне.

Эти идеи мы используем здесь при рассмотрении языка тернарного описания. Здесь понятия и суждения находят равноправное выражение в виде разнотипных, преобразуемых друг в друга формул. Понятия выражаются закрытыми, или замкнутыми, формулами, поэтому мы будем называть их также *концептуальными*.

90

⁷⁹ См. Асмус В. Ф. Логика. М., 1947; Строгович М. С. Логика. М., 1949; Бакрадзе К. Логика. Тбилиси, 1951.

⁸⁰ См. Войшвилло Е. К. Понятие. М., 1967; Горский Д. П. Определение. М., 1974.

⁸¹ См. Уемов А. И. Выводы из понятий.– Логико-грамматические очерки. М., 1,961; *Его же*. Элементарные ячейки и атрибутивные формы развития знания.– Проблемы исследования структуры научного познания. Новосибирск, 1970.

Суждения – открытыми, разомкнутыми, формулами. Их мы будем называть *пропозициональными*.

В связи с различием открытых и закрытых формул необходимо дать определение правильно построенных формул языка тернарного описания и их классификацию.

Поясним еще раз само понятие правильно построенной формулы (ППФ), которое является основой современной логики и излагаемого здесь формального аппарата общей теории систем. ППФ определяет структуры, допустимые в данном языке, т.е. правильные с точки зрения его грамматики независимо от их истинности самих по себе. Например, можно сказать, что «Волга впадает в Тихий океан». Географически здесь, конечно, ошибка, ибо на самом деле Волга впадает в Каспийское море, но правила грамматики в этом выражении не нарушены. Это ППФ русского языка. Если мы возьмем, скажем, выражение «Впадает Тихий в Волга океан», то это не только по существу, но и формально, т.е. грамматически, неправильно. Такую фразу мог бы сказать лишь человек, не знающий не только географии, но и русского языка. Эта фраза не является ППФ русского языка.

В аристотелевской логике правильно построенной формулой будет выражение, имеющее форму: «Все S суть P », но не будет ППФ выражение формы « P все S суть». В исчислении высказываний ППФ является, например, отдельное высказывание независимо от его истинности. Если обозначить такое высказывание отдельной буквой, например A , то можно сказать, что A – это ППФ. Соответственно ППФ будут и более сложные формулы, например $A \wedge B$ или $A \vee B$. Здесь знак \wedge обозначает конъюнкцию, соответствующую союзу «и». Знак \vee выражает дизъюнкцию, обычно выражаемую союзом «или». Но выражение AB не будет ППФ исчисления высказываний, равно как и ABV или $\wedge AV$.

Какие же выражения будут ППФ в нашем языке?

1. Подобно тому как в исчислении высказываний ППФ считается любое отдельное высказывание, у нас ППФ будет любой отдельный символ нашего формализованного языка. Любой символ мы обозначим A . Значит, можно сказать, что A – это ППФ. Подставляя вместо A различные символы, получим, что ППФ является t , a , t' , b , B , i и т.д. Конечно, все эти символы вы-

ражают не суждения, а понятия – концепты. Поэтому такая ППФ является не пропозициональной, а концептуальной формулой.

Концептуальную формулу можно также назвать закрытой, поэтому в целях отличения ее от пропозициональных – «сужденческих» – формул мы будем такие формулы писать в скобках. Так что вместо A можно записать (A) . Однако в этом случае скобки можно опустить, поскольку для одного символа в нашем языке не существует опасности смешения понятия и суждения.

2. Если справа от скобки, содержащей символ нашего языка, стоит другой символ, т.е. если мы имеем выражение вида $(A)A$, то это будет также ППФ. Но характер ее будет иной, чем тот, который рассмотрен выше. Такая ППФ выражает суждение, утверждающее, что субъекту A присуще свойство – A . Например, $(t)a$ значит, что определенному предмету t присуще какое-то свойство – a . Такая формула является пропозициональной и поэтому открытой. Всю ее мы не заключаем в скобки. Поскольку суждение, выражаемое формулой, атрибутивно, т.е. приписывает предмету свойство, эта формула атрибутивна. Существует два вида атрибутивности. В одном случае мы исходим из предмета, спрашивая, *что* ему присуще. Это субъектная атрибутивная формула. В другом случае мы исходим из свойства, спрашивая, *чему* оно присуще. Тогда будем иметь предикатную атрибутивную формулу.

3. Правильно построенной формулой будет и выражение типа $(A))A$. Здесь символ в скобках, справа от которого находится другой символ, отделен от первого асимметричной скобкой. Такая ППФ является *открытой, атрибутивной, предикатной*. Она выражает суждение, утверждающее, что предикат A присущ субъекту A . Например, $(t))a$ означает, что какое-то свойство – a присуще определенному предмету. Интересно отметить, что ни в современной логике предикатов, ни в традиционной – аристотелевской – логике случаи субъектных и предикатных атрибутивных формул не различаются. В традиционной логике обе они присутствовали в качестве разных интерпретаций суждения. Интерпретация $(A))A$ принадлежит Аристотелю. Он говорил не о том, что Сократу присуще свойство смертности, а о том, что смертность присуща Сократу. Субъектная интерпретация укоренилась лишь в схоластической логике. Во

многих случаях обе интерпретации эквивалентны. Таковы все те случаи, которые рассматриваются в традиционной теории суждений и силлогистике. Однако в нашем формализованном языке такая эквивалентность исчезает.

Приведем примеры, иллюстрирующие необходимость рассматриваемого различия в рамках нашего языка. Выражение $(t)a$ всегда верно, ибо конкретный предмет не может не обладать каким-нибудь свойством. Это внутреннее отношение между t и a . Однако $(t)a$ – это уже не внутреннее отношение. Между данными объектами оно может быть, а может и не быть. Таково же различие между $(a)t$ и $(a))t$. Первая формула выражает внешнее, а вторая – внутреннее отношение.

4. Правильно построенной формулой будет и такая: $A(A)$. Во всяком предмете есть отношение. Такая ППФ называется *открытой, реляционной, субъектной*. Она выражает суждение, утверждающее, что в объекте A имеет место отношение A . Например, $a(t)$ означает, что в определенном объекте имеет место какое-то отношение.

5. Правильно построенной формулой у нас будет и такая: $A((A))$. Отношение A имеет место в предмете A . Такая ППФ является *открытой, реляционной, предикатной*. О ней может быть сказано с соответствующими изменениями все то, что выше сказано об $(A))A$.

6. $[(A)A]$ есть ППФ, она выражает понятие: « A , обладающее свойством A ». Такая ППФ является *замкнутой, атрибутивной, субъектной*. Например, $[(a)t]$ означает «какой-то объект, обладающий свойством t ». В известном телевизионном фильме «Семнадцать мгновений весны» советскому разведчику, выступавшему под фамилией Штирлиц, было поручено найти тех заправил рейха, которые пытались устанавливать контакты с союзниками. Поскольку конкретные заправилы рейха неизвестны и известно лишь их свойство – то, что они вступают в контакты, выполняя задание, Штирлиц мыслил понятиями именно такого типа.

Наиболее существенный вопрос – о соотношении этой формулы со смежными формулами. Если ввести операцию замыкания, которую мы определим как свертывание суждения в понятие, то формулу $[(A)A]$ можно рассматривать как замыкание $(A)A$. Между обеими формулами можно установить отношение импликации: $(A)A \rightarrow [(A)A]$. Если открытые формулы в русском

языке обычно выражаются глаголами, то в закрытых формулах преобладают причастия.

Другой вопрос: как быть, когда требуется выделить какую-то часть формулы? Ну, скажем, если нам нужно связать две открытые формулы каким-то отношением? Ведь в таком случае каждую исходную формулу нужно рассматривать как некоторое целое, а для того чтобы выразить это, придется открытую формулу взять в скобки. Но ведь это не значит, что она становится закрытой и что суждение превращается в понятие.

Для того чтобы избежать указанной трудности, воспользуемся таким приемом. В том случае, когда нам нужно закрыть формулу, будем использовать скобки самого низкого из возможных в данном случае рангов в соответствии с обычаем. Например, для закрытия формулы $(a)t$ нужны квадратные скобки. Если же нужно взять в скобки выражение отношения, то воспользуемся скобками следующего по порядку ранга – в данном случае фигурными. Итак, если читателю встретится выражение $\{(a)t\} \{a(t)\} \rightarrow a$, то это не значит, что компоненты реистического синтеза – операции, суть которой уже была объяснена выше, в antecedенте представляют собой замкнутые формулы в отличие, скажем, от $[(a)t][a(t)] \rightarrow a$. Впрочем, $\{(a)t\}$ тоже можно истолковать как определенную форму закрытости. Только здесь о качестве субъекта выступает не один из символов, имеющих место в формуле, а все они, вместе взятые. Предикатом же выступает отношение, соединяющее эти объекты в единое целое. В свое время некоторые противники логики отношений именно так пытались истолковать суждения, которые сторонники логики отношений выражали формулой aRb . Они рассматривали в качестве S объекты a и b , вместе взятые, а R выступало в качестве предиката. Иногда действительно так можно понять суждение, а именно тогда, когда суждение само выступает в виде коррелята некоторого отношения. Тогда мы и имеем некоторую особую форму замыкания, выражаемую так, как сказано выше. Сказанное не означает, что имеет смысл фиксировать выражения типа $\{(a)t\}$ в качестве ППФ. Нужно было бы в таком случае записать $(a)t$, и эту запись мы уже рассматривали. Выражение же $\{(a)t\}$ имеет смысл лишь как компонент более широкой формулы.

Аналогичные соображения можно привести по по-

воду конструкций выражений, заключенных в двойные скобки, которые выражают требование произвести операцию. Например, $[[at]]$ Такое выражение неполно, ибо здесь нет результата операции. Полным выражением было бы $[[at]] \rightarrow b$. И такие выражения в качестве ППФ будут рассмотрены дальше. Могут возразить, что, скажем, в алгебре выражение $a+b$ или в исчислении высказываний $a \wedge b$, в котором содержится требование совершить операцию, рассматривается как ППФ. Но дело в том, что в этих случаях $a+b$ $a \wedge b$ представляют собой не только указание на операцию и операнды, но и выражают результат операции. Если мы запишем, что $a+b = c$ или $a \wedge b = c$, то если c есть просто имя для $a \wedge b$, то это ничего не прибавляет. В нашем же случае at – это никоим образом не результат операции, ибо результатом операции будет t . Что же касается at , то это выражение представляет собой ППФ, фиксирующую отношение между a и t . Это совсем не то, что результат операции.

7. $[(A))A]$ есть ППФ. Такая ППФ является замкнутой, атрибутивной, предикатной. Она выражает понятие « A , присущее объекту A ». Например, $[(a))t]$ означает «свойство t , присущее какому-то объекту». Чтобы показать отличие этого понятия от $[(a)t]$, вернемся к примеру со Штирлицем. Если $[(a)t]$ ориентирует его на поиски конкретных заправил, то анализ понятия $[(a))t]$ может быть проведен в тиши его уютного домика в Бабельсберге.

8. $[A(A)]$ есть ППФ. Она выражает понятие: « A , в котором установлено отношение A ». Такая ППФ является замкнутой, реляционной, субъектной.

9. $[A((A))]$ есть ППФ – замкнутая, реляционная, предикатная. Она выражает понятие «Отношение A , установленное в объекте A ».

Интересно отметить грамматическое оформление различий между ППФ-8 и -9 в русском языке. Для выражения 8 используются придаточные предложения, а для 9 достаточно причастного оборота.

Выше A интерпретировалось как любой отдельный символ нашего алфавита. Теперь мы ввели новые объекты – ППФ, и можем A понять как любую из введенных нами ППФ. Делая подстановки в A , мы таким образом будем подставлять ППФ в ППФ и получать новые формулы, которые тоже будут ППФ.

10. Рассмотрим подстановки в $(A)A$. Выберем замкнутую формулу $[(a)t]$ в качестве субъекта и a в качестве предиката, т.е. свойства, и получим $[(a)t]a$. По данному пункту определения это – ППФ.

Смысл формулы $[(a)t]a$ следующий: некая вещь, обладающая свойством t , обладает свойством a . Другой пример: $[(a)t]a$ – свойство t какой-то вещи обладает каким-то свойством. Соответственно $[a(t)]a$ – вещь t , в которой имеет место какое-то отношение, обладает каким-то свойством. $[a((a))]t$ – какое-то отношение в какой-то вещи обладает свойством t .

Можно разобрать и подстановки открытых формул. Если открытой формуле приписывается какое-то свойство, то это значит, что открытая формула понимается как некий объект, находящийся в каком-то отношении к другому объекту. Согласно сказанному выше, это означает, что она становится quasi замкнутой и у нее появляются скобки более высокого порядка. Например, $\{(a)t\}a$ значит, что формула $(a)t$ обладает каким-то свойством. Поскольку подстановки открытых формул для анализа системного подхода к исследованию ниже нами не будут применяться, мы их здесь опускаем.

11. $(A)A$ есть ППФ. Подставим сюда формулу $[(a)t]$ и a . Получим: $[(a)t]a$. Это значит, что какое-то свойство присуще объекту, обладающему свойством t . Другие формулы такого типа:

$[(a)t]a$ – некое свойство присуще свойству t в какой-то вещи a .

$[a(t)]a$ – какое-то свойство присуще вещи t с установленным в ней отношением a .

$[a((t))]a$ – какое-то свойство «сказывается» (термин Аристотеля) об отношении в предмете t .

12. $A(A)$ есть ППФ. Подставляя сюда закрытую формулу $[(a)t]$ и a , получим: $a[(a)]$. Это будет означать, что на каком-то объекте a , наделенным свойством t , имеет место какое-то отношение.

Соответственно, $a[(a)]t$ – в свойстве t , присущем a , имеет место какое-то отношение.

$a[t(a)]$ – в какой-то вещи с отношением t имеет место отношение a .

$a[t((a))]$ – в отношении t , установленном в какой-то вещи, имеет место какое-то отношение.

13–17. Аналогично тому, как было показано выше, осуществляются подстановки ППФ в формулы $A((A))$; $[(A)A]$; $[(A))A]$; $[A(A)]$; $[A((A))]$.

18. Теперь в предыдущих формулах будем интерпретировать A как любую из всех полученных нами формул. Таким образом могут быть построены сколько угодно сложные ППФ. Пусть теперь A – любая из ППФ, полученная таким образом.

19. Тогда: $A \rightarrow A$ есть ППФ, где \rightarrow определенный выше знак импликации. Здесь мы пока не предполагаем, что A содержит какие-либо операции, ибо в определенные выше ППФ никакие операции не включались. Однако во многих случаях необходимо, чтобы в формулы были введены операции. Последнее сделаем следующим образом. Выше были рассмотрены четыре операции – отличие, исключение, ограничение и реистический синтез, а также применение йота-операторов. Соответственно дадим определение следующего типа ППФ.

20. $((A)) \rightarrow a$ есть ППФ. Смысл такой формулы заключается в следующем. Отношения в ППФ, обозначенной символом A , истолковываются как операции. Эти операции осуществляются, в результате чего получаем некий объект a . Знак \rightarrow соотносит у нас операнды именно с результатом операции.

Мы ограничимся приведенным списком ППФ, поскольку формул такого типа достаточно, чтобы решить нашу первую задачу – выразить в этом языке определение понятия системы и основную информацию о системах. Вопрос об операциях будет рассмотрен более подробно впоследствии, когда для нас будут наиболее существенны оперативные возможности нашего языка в связи с получением следствий из выраженной в нашем языке информации о системах.

ГЛАВА III

ПОНЯТИЕ СИСТЕМЫ

1. МЕТОДЫ УТОЧНЕНИЯ ПОНЯТИЯ СИСТЕМЫ

Когда тот или иной термин входит в моду и сфера его употребления существенно расширяется, его содержание обычно становится все более неопределенным. Несмотря на общность словесной оболочки, содержание, ассоциируемое с этим термином различными авторами, зачастую имеет между собой очень мало общего. Такая ситуация с точки зрения конвенционализма не является поводом для беспокойства, поскольку каждый человек может употреблять слова так, как ему хочется. Однако, как это убедительно показано в работах марксистов, конвенционализм является несостоятельной концепцией. Разнобой в употреблении терминов приводит к разрыву научных коммуникаций и тем самым тормозит развитие науки, особенно в период научно-технической революции, когда значимость коллективного творчества в противоположность творчеству одиночек резко возрастает.

Быть может, разнобой в употреблении термина «система» можно преодолеть при помощи ответа на вопрос «что есть система?». Мы могли бы предложить свой ответ на этот вопрос. Но ведь нельзя же при этом игнорировать те ответы на него, которые дают другие авторы! Почему они должны принять именно нашу точку зрения? Вряд ли будет правильным занимать столь претенциозную позицию. Было бы упрощением полагать, что существует четко выделенный класс предметов, являющихся «системами», и что наша задача лишь в том, чтобы обобщить признаки этих предметов, получив таким образом единственно возможное «содержание» по-

нения «система». 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, выявив результаты этой работы.

Положение с понятием «система» подобно тому, которое сложилось с употреблением другого важнейшего понятия современной методологии науки – понятия модели. Так же как и системы, модели в качестве средства познания стали употребляться уже на заре развития науки. Вместе с тем общая теория моделирования, так же как и общая теория систем, создается лишь в последнее время. Этим в основном и объясняется использование термина «модель» в различных смыслах и, наоборот, применение различных слов для обозначения по сути дела одного и того же содержания. В связи с этим возникало сомнение в том, можно ли говорить о моделях и моделировании вообще, а не о моделях и моделировании в определенной науке.

Аналогичную ситуацию мы имеем и в области теории систем.

В ранее вышедшей работе мы уже рассматривали вопрос о преодолении разнобоя в употреблении термина «модель» с помощью различных методов унификации этого понятия⁸². Естественно рассмотреть возможность их применения и к унификации понятия «система».

Наиболее простым методом унификации, который отдельные авторы применяли к термину «модель», является «метод отбрасывания». Те или иные значения термина отбрасываются потому, что они не удовлетворяют некоторым требованиям. Эти требования к определению понятия «система» у разных авторов могут иметь различный характер. Например, то или иное употребление термина «система» может быть отброшено потому, что оно совпадает с употреблением другого, уже устоявшегося в науке термина, такого, как «организация» или «модель». Логическую структуру этого метода можно выразить с помощью следующей формулы нашего языка:

$$((A/t)) \rightarrow T'$$

⁸² См. Уемов А. И. Логические основы метода моделирования. М., 1971.

Здесь t – заранее фиксированные запреты, A – любое определение понятия «система», T' – любое определение, не нарушающее запретов.

Преимущество указанного метода уточнения терминов заключается, прежде всего, в том, что он обеспечивает достаточно богатое содержание выделенных таким образом понятий, ибо в результате «отбрасывания» понятие по содержанию не обедняется. Содержание оставшихся после этой операции понятий не может быть более бедным, чем содержание беднейшего из исходных понятий.

Однако содержание каждого из полученных таким образом понятий T' остается неуточненным. Оно ведь не корректируется после операции отбрасывания $((A/t))$, оно такое же, как и до нее. Поэтому, для того чтобы добиться точности, процедуру выделения определений, не нарушающих установленных требований T' , необходимо дополнить процедурой определения каждого из них. Таким образом будет получен целый набор определений, оперировать с которыми не всегда просто. Упростить этот набор можно с помощью повторения операции отбрасывания вплоть до того, когда останется лишь одно определение. В таком случае сфера применения понятия «система» оказывается узкой, относящейся только к той отдельной области знания, где оно было первоначально сформулировано. В результате этого философский анализ, ценность которого всегда заключалась главным образом в объединении результатов различных областей знания, оказывается в значительной мере обесцененным.

Другой недостаток изложенного метода унификации понятий связан с трудностью найти объективное основание отбрасывания определений. Это обусловлено тем, что чаще всего ограничительные требования или запреты (t) отражают субъективное предпочтение. Например, М.И. Сетров отбрасывает определение «системы» рядом авторов (П. Гольбах, А.И. Уемов, А.И. Берг, Ю.И. Черняк, Л.А. Блюменфельд) на том основании, что они «гносеологические»⁸³. И он же отмечает, что большинство участников дискуссии «Системный подход в современной биологии» согласились с такой «гносеологиче-

100

⁸³ См. *Сетров М. И.* Основы функциональной теории организации Л., 1972, с. 8–9.

ской» точкой зрения. Не вступая здесь в полемику по существу, отметим, что основание для отбрасывания ряда определений у него не является очевидным. Оно ясно для М.И. Сетрова, но не является веским для А.А. Малиновского, А.С. Мамзина, В.Н. Садовского и других участников дискуссии, как биологов, так и философов.

Другой путь уточнения понятия «система» предполагает анализ всех случаев употребления этого термина и выделение общих для всех этих случаев признаков. По сути дела такой путь типичен для образования понятий на основе представлений, только здесь исходным материалом являются не представления, а понятия, уже сформировавшиеся в различных областях знания.

В нашем языке схема применения этого метода, который можно назвать *методом обобщения*, такова:

$$A \rightarrow [(A))A]$$

Эта формула означает: если у нас есть любое понятие системы, то есть и любое свойство, входящее в содержание любого из этих понятий.

Понятие, содержание которого будет представлять собой набор свойств, признаков системы $[(A))A]$, обозначим t , ибо это будет определенный объект. Все исходные понятия предполагают существование определенного объекта t , т.е. здесь будем иметь $A \rightarrow t$.

Метод обобщения, так же как и метод отбрасывания, имеет свои достоинства и недостатки. Преимущества этого метода заключаются прежде всего в том, что он обеспечивает высокий уровень строгости, поскольку все признаки, определяющие содержание итогового понятия, выделяются как результат абстракции, а не произвольного отбрасывания признаков. Далее, не менее важным достоинством его является широта сферы применения итогового понятия. Эта сфера представляет собой сумму всех сфер применения исходных понятий. При этом снимается вопрос о субъективизме в выборе отдельных значений термина, поскольку речь идет об анализе всех этих значений.

Вместе с тем широта объема итогового понятия означает известную бедность его содержания, в состав которого входит лишь незначительное число перечисленных в определении признаков. Однако этот недостаток может быть преодолен в том случае, если оставшиеся

признаки таковы, что они могут служить основой дедуктивного развития, как это имеет место в математических теориях, исходные понятия которых также бедны по содержанию.

Выше мы говорили о методе отбрасывания и методе обобщения в их чистой форме. Однако в практике исследования чаще всего имеет место комбинация обоих методов. Например, можно отбросить отдельные значения термина «система», как не удовлетворяющие определенным требованиям и резко отличающиеся от других значений, и обобщить оставшиеся. Тогда мы получим *метод обобщения с элементами отбрасывания*. Если же отбрасывается не отдельное более или менее случайное значение, а целый ряд значений и обобщаются остальные, то можно говорить о *методе отбрасывания с элементами обобщения*. Разумеется, может быть и такой случай, когда отбрасывание и обобщение играют примерно одинаковую роль.

Комбинированный метод – метод отбрасывания с обобщением оставшегося – можно выразить следующим образом:

$$\{((A/t)) \rightarrow T'\} \{T' \rightarrow (T'')A\}.$$

Как известно, в логике существует два типа абстрагирования: традиционный, состоящий в мысленном отвлечении от ряда *свойств предметов и в выделении какого-либо свойства* (в рамках нашего аппарата рассмотренное выше обобщение можно назвать *атрибутивным*). И *абстракция с помощью отношения эквивалентности*, суть которой состоит в выделении того общего, что существует между предметами, находящимися в отношении типа равенства (эквивалентности). Это общее и будет тем содержанием (общим свойством), которое нами отыскивается и отвлекается⁸⁴. Такое обобщение можно назвать *реляционным*. Схема его будет иметь следующий вид:

$$A \rightarrow [A((A))].$$

С помощью реляционного обобщения выделяются не отдельные признаки, входящие в содержание понятий, фиксируемые определениями. Такие обобщения относят-

⁸⁴ См. Горский Д. П. К вопросу об образовании и развитии понятий.– «Вопросы философии», 1952, № 4, с. 74.

ся к самой структуре определений. Структура, как известно, вещь значительно более устойчивая, чем содержание. Гораздо вероятнее, что в будущем изменится содержание понятий, чем структура их определений.

2. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ ПОНЯТИЯ СИСТЕМЫ

Метод реляционного обобщения применим и к определениям понятия «система». Мы не будем сами подбирать авторов и определения, так как считаем, что доверие к нашему выводу возрастет, если мы воспользуемся тем подбором, который дан совершенно независимо от нас в книге специалиста, исследующего различные определения названного понятия. Мы здесь воспользуемся работой В.Н. Садовского⁴. Полученный результат будет подвергнут теоретическому анализу в плане тех требований к определению «системы», которые следуют из понимания системного подхода как конкретизации материалистической диалектики.

1. Первое определение В. Н. Садовский приводит из словаря Вебстера: «Система – сложное единство, сформулированное многими, как правило, различными факторами и имеющее общий план или служащее для достижения общей цели»⁸⁵.

Что здесь определено и к чему относится определенность и что остается неопределенным? Совершенно четко сказано, что система должна иметь общий план и служить для достижения общей цели. Это – фиксированное свойство – t . Цель имеет система в целом, а не отдельный фактор, т.е. цель и план присущи отношению между факторами, а не самим факторам. Сами факторы – это то, на чем реализовано отношение, обладающее свойством t . Таким образом, определение может быть представлено в форме

$$\{(\mathcal{A})\text{Система}\} =_{\text{def}} \{[a((\mathcal{A}))]t\} \quad \text{I}$$

Смысл этого выражения в плане нашего формализованного языка заключается в следующем: «Некий произвольно взятый объект является системой (дефиниендум – открытая, атрибутивная, субъектная форму-

⁸⁵ См. Садовский В. Н. Основания общей теории систем. М., 1974, с. 93–99. Все дальнейшие цитирования определений относятся к этим страницам.

ла), если он будет таким объектом, на котором реализуется какое-то отношение, обладающее фиксированным свойством t (дефиниенс – закрытая, субъектная, атрибутивная формула, в которой субъект – закрытая предикатная, реляционная формула)». В дефиниенсе определяется не просто некий неопределенный объект, а вообще произвольный объект в качестве системы, ибо какой бы объект мы ни взяли, он будет системой при условии своей тождественности субъекту дефиниенса. Но отношение в субъекте дефиниенса представляет собой не произвольный, а просто неопределенный объект, ибо мы не утверждаем, что нам нужно, чтобы любое отношение, удовлетворяющее t , реализовалось на $1A$. Для того чтобы $1A$ было системой, достаточно какого-нибудь такого отношения.

Возьмем другое определение из словаря Вебстера, приводимое В.Н. Садовским: «Система – собрание или соединение объектов, объединенных регулярным взаимодействием или взаимозаменяемостью». Это определение более ясно, чем предыдущее. В качестве «собрания или соединения» объектов может быть представлена любая вещь $1A$. В этой вещи должно иметь место некоторое отношение, называемое «регуляторным взаимодействием или взаимозаменяемостью». Это отношение обладает вполне определенными свойствами t , отличающими его от прочих отношений. Таким образом, мы получаем ту же схему, что и выше.

Третье определение из того же словаря характеризует систему как «упорядоченно действующую целостность, тотальность». На первый взгляд оно существенно отличается от приведенных ранее, ибо там о целостности не было и речи. Но это не так. Там также были свойства t , которые обеспечивали соответствующим образом понимаемую целостность. «Упорядоченность целостности» уточняет, обогащает фиксированные свойства t дополнительными признаками, но структура определения остается прежней.

2. Известный кибернетик Р. Эшби определяет систему «как любую совокупность переменных, которую наблюдатель выбирает из числа переменных, свойственных реальной «машине»». Здесь есть некоторые объекты, названные переменными. Каждый из них обладает каким-то достаточно неопределенным свойством, последние связаны отношением – наблюдатель их выбрал из

числа переменных, свойственных реальной машине. По-видимому, любой объект может быть назван «переменной». Этот объект будет системой, если его свойства связаны определенным фиксированным отношением. Стало быть, это определение на нашем языке имеет следующую структуру:

$$\{(\mathfrak{A})\text{Система}\} =_{\text{def}} \{t[(\mathfrak{A}))a]\} \quad \text{II}$$

3. «В настоящее время, – пишет Г. Бергман, – достаточно рассматривать систему как группу физических объектов в ограниченном пространстве, которая остается тождественной как группа в поддающемся оценке периоде времени». Здесь на понятие системы наложено чрезвычайно сильное ограничение. Оказывается, что систему образуют лишь физические объекты. В логике, таким образом, систем быть не может. И система Гегеля вовсе не есть система. Тем не менее, структура и этого определения соответствует первой формуле, хотя в качестве общего определения оно явно не соразмерно. Определенный объект здесь чрезвычайно конкретен – это сохраняемость во времени. Если объекты находятся друг к другу в отношении, сохраняющемся во времени, они образуют систему.

4. Менее ясна несоразмерность известного определения Л. Берталанфи: «Система может быть определена как комплекс взаимодействующих элементов». Тем не менее, это определение не охватывает всех систем даже в биологии, которая является преимущественной сферой применения концепции Берталанфи. Сюда, например, не относятся важнейшие для биологии корпускулярные – в терминологии А.А. Малиновского⁸⁶ – системы, такие, как вид, совокупность особей одного пола и т.д. Однако, если Л. Берталанфи определяет взаимодействие как известный тип отношения, он фиксирует некоторые свойства как отличающие взаимодействия от всех прочих отношений. Эти свойства – t . И мы видим, что определение Берталанфи укладывается в первую схему определения понятия системы.

5. «Теория систем исходит из предположения, – пишет Т. Бус, – что внешнее поведение любого физиче-

⁸⁶ См. Малиновский А. А. Значение качественного изучения управляющих систем для теоретических вопросов биологии. – Применение математических методов в биологии, сб. 3. Л., 1964, с. 119.

ского устройства может быть описано соответствующей математической моделью, которая идентифицирует все критические свойства, влияющие на операции устройства. Получающаяся в результате этого математическая модель называется системой». Выше уже творилось о неправомерности отождествления системы с математической моделью. Это высказывание можно понимать именно в этом плане. Как видно, мы имеем здесь первый тип определения понятия системы, где t – свойство иметь математическое описание.

Определение системы Г. Фридманом отождествляет систему с математической моделью, и оно по существу не отличается от разобранного определения Буса, и мы приводить его не будем.

6. а) Система есть целое, составленное из многих частей. б) Это ансамбль признаков, пишет К. Черри. Первая часть этого определения составлена по I схеме. Вторая часть имеет иную структуру. «Ансамбль признаков» – это значит, что признаки объединены определенным отношением, позволяющим говорить об ансамбле. Но признаки принадлежат группе каких-то вещей. Определение, таким образом, имеет структуру, выраженную схемой II.

7. Определение Дистефано и других авторов, приводимое Садовским, таково: а) «Система – размещение множества или собрание вещей, связанных или соотносящихся между собой таким образом, что вместе они образуют некоторое единство – целостность». Это определение по существу не отличается от разобранного выше третьего определения из словаря Вебстера. б) «Система – размещение физических компонентов, связанных или соотносящихся между собой таким образом, что они образуют целостность или действуют как целостная единица». В отличие от предыдущего определения здесь класс тех объектов, которые могут быть определены как система, ограничивается физическими компонентами. В данном случае нет ограничения предметной области. Из характера определенности «действовать как целостная единица» не следует, что отношения, обладающие этим свойством, существуют именно между физическими величинами. С общесистемной точки зрения ограничение, имеющееся в этом определении, бессмысленно. И не удивительно, что оно не находит выражения в нашем языке.

8. Приведенное В. Н. Садовским определение Дреника: «Система в современном языке есть устройство, которое принимает один или более входов и генерирует один или более выходов» – по характеру своему кибернетическое. Здесь в качестве t фиксируется особое свойство отношений, заключающееся в способности выделять из состава элементов системы два особых подмножества, одно из которых является множеством, называемым входом, а другое – множеством, называемым выходом. Это определение укладывается в нашу первую схему. Рассматриваемое определение может быть понято по-разному в связи с недостаточной определенностью t . Эта неопределенность проявляется в неопределенности понятий «вход» и «выход». Эти понятия более или менее ясны в мире физических процессов. Что же касается стационарных физических объектов типа стола или стула, то здесь такой ясности нет. И особенно это относится к системам логического характера, например суждениям.

9. Д. Эллис и Ф. Людвиг дают такое определение: «Система – устройство, процесс или схема, которое ведет себя согласно некоторому предписанию; функция системы состоит в оперировании во времени информацией и (или) энергией и (или) материей для производства информации и (или) энергии и (или) материи».

В отличие от определения Дистефано ограниченность предметной области здесь менее очевидна. По-видимому, Эллис и Людвиг полагают, что их перечень исчерпывает все объекты, способные находиться в указанном отношении. Но определенность t , которой должно удовлетворять отношение, образующее систему, весьма жесткая. Она указывает на цель системы и на средства, используемые для достижения цели. Структура определения выражается первой из приведенных нами схем.

10. Следующее определение Г. Фримана совпадает с определением 5. Поэтому мы его не приводим.

11. В определении Р. Гибсона: «Система – интегрированная совокупность взаимодействующих элементов, предназначенная для кооперативного выполнения заранее определенной функции» – четко фиксированы все элементы нашей первой схемы.

12. А. Холл и Р. Фейджин определяют систему как «множество объектов вместе с отношениями между объектами и между их атрибутами». Поскольку понятие

объекта (вещи, предметы) является настолько широким, что оно охватывает и так называемые абстрактные объекты, к которым относятся и свойства, определение Холла и Фейджина может быть упрощено. «Система – это множество соотносящихся друг с другом объектов или множество объектов, объединенных некоторым отношением». Схема получившегося определения существенно отличается от нашей первой схемы тем, что здесь не указано никакого требования, которому должно удовлетворять отношение в системе: нет определенного объекта. Здесь определение -выражено с помощью одних лишь неопределенных объектов. Поэтому мы выделяем его в особую схему:

$$\{(1A) Система\} =_{def} \{a(1A)\} \quad \text{III}$$

Как справедливо отметили В.А. Лекторский и В.Н. Садовский, определение Холла и Фейджина является слишком широким, допуская включение в понятия «система» несистемных образований. Между кляксами в тетради нерадивого ученика всегда можно найти какие-то отношения, но это не значит, что кляксы вместе с отношениями между ними будут образовывать систему. В своей недавно опубликованной у нас книге А. Холл по существу повторил приведенное выше определение⁸⁷. Только вместо «отношения» в русском переводе фигурирует термин «связь». Но «связь» понимается фактически в прежнем смысле, как отношение вообще, ибо признается, что «ни для одного данного множества предметов нельзя утверждать, что в нем не существует связей; например, в случае физической системы за связь всегда можно принять расстояние между парами предметов». Однако отмечается, что следует учитывать лишь «важные», «интересные» связи.

13. Определение Р. Кершнера: «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» – также является кибернетическим, и о нем можно сказать все то, что выше было уже сказано об определении Дренника, т.е. оно имеет первую структуру.

108

⁸⁷ См. Холл А. Опыт методологам для системотехники. М., 1975, с. 73.

14. Более развернуто, детализировано, но по существу не отличается от него и определение Дж. Клира и М. Валяха, которое мы по этой причине приводить не будем.

15. «Система S , – пишет Дж. Клир, – данное множество величин, рассматриваемых на определенном уровне анализа. Формально система S есть данное множество, содержащее как внешние величины x_1, x_2, \dots, x_n , так и значения параметра времени T ; все эти величины рассматриваются на уровне анализа, отсюда

$$\alpha = [x_1, x_2, \dots x_n, T]$$

отсюда

$$S = \{x_1, x_2, \dots x_n, t, x_1x_2, \dots x_nT\} = \{x, t, L\}».$$

Другие определения Дж. Клира, цитируемые В.Н. Садовским, в структурном плане не отличаются от приведенного. Все они содержат ссылку на параметр времени. Вопрос о том, можно ли включать параметр времени в определение системы, имеет принципиальное значение.

Некоторые ученые полагают, что если не включать время в определение системы, то общая теория систем, базирующаяся на этом определении, будет статичной. С нашей точки зрения, это недоразумение. Отсутствие параметра времени в общем определении системы не означает, что это определение не может быть применено к системам, развивающимся во времени. Здесь мы имеем случай, как и с определением, скажем, треугольника, которое вполне применимо и к большим и к малым треугольникам, хотя величина треугольника сама по себе в определение треугольника не входит. Если бы мы включили в определение треугольника признак быть большим по размеру, то к малым треугольникам это определение уже не было бы применимо. Так и в случае определения системы. Если мы последуем Дж. Клиру и включим время в определение системы, то это определение нельзя будет применить, скажем, к системе, называемой треугольником, ибо треугольник, как геометрическое понятие, параметром времени не характеризуется.

Все это говорит о том, что определения Дж. Клира, содержащие ссылку на параметр времени, несоразмерны. Это слишком узкие определения. Но вместе с тем это слишком широкие определения, поскольку в них в

явном виде не накладывается никаких ограничений на отношения между элементами системы. Схема этого определения будет совпадать со схемой определения Холла и Фейджина. И оно выделено нами в схему III.

16. Более подробно рассмотрим определения М. Месаровича в связи с популярностью его работ по общей теории систем. Месарович дает три определения.

а) Лингвистическое определение – абстрактной системой называется множество правильных высказываний (формул) – у Месаровича играет роль вспомогательного. Поэтому мы не будем анализировать это определение, а сразу перейдем к тому, которое М. Месарович называет явным.

б) «Явное определение: абстрактной системой называется собственное подмножество X_S множества X , т.е. $X_S \subset X$, или некоторое отношение, определенное на произведении X , т.е. $X = X_1 \times X_2 \dots \times X_n$, $R = \{R_1, R_2, \dots, R_j\}$ ». В явном виде здесь не фиксируется никакого ограничения, накладываемого на отношение. Любое отношение, определенное на произведении X , оказывается системой. На первый взгляд может показаться, что схема этого определения совпадает со схемой определения Холла и Фейджина (III). На самом деле это не так. Дело в том, что определение Холла и Фейджина все же предполагало какое-то отделение отношений от элементов, тогда как у Месаровича этого нет. Здесь экстенциональная, теоретико-множественная трактовка отношений приводит к отождествлению отношений с предметами. Таким образом, схема «явного» определения системы, по М. Месаровичу, будет иметь вид:

$$\{(IA) Система\} =_{def} \{IA\} \quad IV$$

Каждый объект может рассматриваться как подмножество объектов. Значит, каждый объект есть система по определению. Если дефиниция Холла и Фейджина не дает нам (возможности отличить системное представление объекта от несистемного, то тем более это не дает возможности сделать определение М. Месаровича, хотя в экстенциональном плане оба определения эквивалентны: то и другое охватывают любые объекты. Но определение Месаровича беднее определения Холла и Фейджина в содержательном плане. Опираясь на это определение, о системах вообще ничего нельзя сказать.

Здесь следует сделать несколько замечаний по поводу теоретико-множественной трактовки систем вообще. Как отмечает В. Н. Садовский, такая их трактовка в настоящее время получила, пожалуй, наиболее широкое распространение⁸⁸. Это обусловлено, прежде всего, тем, что здесь сказывается стремление к математизации знания. А «в математике объемный подход полностью себя оправдывает. Хорошо известно, что средств объемной теоретико-множественной логики достаточно для обоснования большей части современной математики»⁸⁹. Именно благодаря тому, что математика, во всяком случае, в ее элементарном виде, прочно вошла в быт современного человека, многим кажется, что идея множества должна лежать в основе всех систематизируемых понятий. С нашей точки зрения, такие пожелания лишены основания. Прежде всего, следует обратить внимание на то, что в естественном языке, скажем в русском, отсутствуют синтаксические средства дифференциации множеств индивидуальных объектов. Различие между множественным и единственным числом не выполняет этой роли. Как единственное, так и множественное число в равной мере могут обозначать и множества, и индивидов. Когда мы говорим, что сооружения обошлись в такую-то сумму денег, то все эти сооружения рассматриваются как единое целое, как неделимый индивид, поскольку ни к одному из его элементов вся сумма капиталовложений не относится. В то же время выражение «автомобиль – средство передвижения», несмотря на единственное число существительного «автомобиль», означает, что имеется в виду класс, множество автомобилей.

В языках, использующих артикли, например английском, различие между словами с определенным и неопределенным артиклем выражает не различие между множествами и единичными объектами, а различие между разными типами единичных объектов по степени их определенности.

Различие между индивидами и множествами выражается, в естественных языках, во всяком случае рассматриваемого типа, лишь с помощью контекстуальных и семантических средств, и оно не входит, таким образом, в категориальный базис этих языков, что указывает

111

⁸⁸ См. Садовский В. Н. Основания общей теории систем, с. 103.

⁸⁹ Бирюков Б. В. Теория смысла Готлоба Фреге. – Применение логики в науке и технике. М., 1960, с. 540.

на относительную несущественность понятия множества, которому придается такое значение в некоторых типах формализованных языков науки.

С этим обстоятельством связано наблюдавшееся в истории философии с древнейших времен до настоящего времени стремление исключить понятие множества из числа философских категорий и даже объявить его фикцией. Такова, например, номиналистическая концепция известного польского логика Т. Котарбиньского.

Под влиянием древнеиндийской философии Э. Шредингер пишет: «... существует только единичное, а то, что кажется множественностью, является лишь рядом различных аспектов этого единичного, который нам создает иллюзия (индийская Майя)»⁹⁰. На самом же деле множество – это не иллюзия, а один из аспектов мироздания, который был выдвинут на первый план в европейской культуре благодаря определенным конкретно-историческим условиям. Значение его порой абсолютизируется. Это создает многочисленные трудности. Поэтому, несмотря на широкое распространение теоретико-множественного подхода в теории систем, уже высказываются мнения относительно его ограниченности. Так, в статьях Э.Р. Раннап и Ю.А. Шрейдера⁹¹ отмечается, на наш взгляд, весьма существенный дефект теоретико-множественного подхода. Язык такого подхода предполагает множества элементов заданными заранее. Поэтому, если их слишком много, возникают известные трудности, обычно называемые «проклятием размерности». Суть их в том, что при специфическом системном подходе элементы вычленяются в процессе анализа системы, целостность которой выступает как нечто первичное. При этом каждая система допускает возможность различных членений.

Следует отметить, что в самой математике наблюдается тенденция к преодолению узости теоретико-множественных представлений с помощью перехода к более общим, чем множество, понятиям. Таким является понятие категории – в смысле специальной математической

⁹⁰ Шредингер Э. Что такое жизнь с точки зрения физики? М., 1947, с. 126.

⁹¹ См. Раннап Э. Р. Системный анализ изобретений. – Научно-техническая информация. Серия 2. Информационные процессы и системы, 1972, № 6; Шрейдер Ю.А. К определению системы. – Там же.

теории⁹². Теория категорий в настоящее время успешно развивается, и положения теории множеств оказываются лишь одной, правда обычно основной, интерпретацией более общих, теоретико-категориальных представлений.

О другом пути обобщения понятия множества, связанном с использованием понятия неопределенности, шла речь выше.

Указанные попытки преодоления узости теоретико-множественных представлений, на наш взгляд, не устраняют главный их дефект, связанный с так называемым принципом экстенциональности, согласно которому свойства и отношения отождествляются со своими объемами, т.е. с теми множествами, на которых они реализуются. Такое их понимание противоречит интуитивным представлениям. Все, что имеет пространственную форму, занимает в пространстве и некоторый объем. Все, что занимает объем, имеет и форму. Множества, на которых реализуются указанные свойства, тождественны. С точки зрения принципа экстенциональности мы должны отождествить и свойства. Однако эти свойства разные. Отношение, выражаемое уравнением $y = \sin^2 x + \cos^2 x$, и отношение, выражаемое уравнением $y = 1$, экстенционально тождественны. Однако содержательно, интенционально это разные вещи. Человек, знающий одно из них, не обязательно знает и другое.

Вернемся, однако, к определениям системы, данным М. Месаровичем. Неявное (синтаксическое) определение абстрактной системы он формулирует так: с) «абстрактная система определяется: 1. Некоторым множеством неявно определенных формальных объектов. 2. Некоторым множеством элементарных преобразований T . 3. Некоторым множеством правил P образования последовательностей из элементов T . 4. Некоторым множеством высказываний, определяющих исходный вид формальных объектов; эти высказывания используются для построения новых, производных объектов».

Такое определение укладывается в нашу схему I. Следует иметь в виду, что, когда ставится вопрос о применении всех введенных Месаровичем определений, на системообразующее отношение фактически накладыва-

⁹² См. Букур И., Деляну А. Введение в теорию категорий и функторов. М., 1972.

ются определенные ограничения⁹³, которые включают эти определения в указанную схему.

17. Определение Дж. Миллера: «Система – это ограниченная в пространстве и во времени область, в которой части-компоненты соединены функциональными отношениями» – также укладывается в нашу первую схему, но оно неправомерно ограничивает предметную область, к которой применяется понятие системы.

18. А. Рапопорт подходит к определению системы с точки зрения математики: «Система с математической точки зрения – это некоторая часть мира, которую в любое данное время можно описать, приписав конкретные значения некоторому множеству переменных». Очевидно, что здесь множества переменных должны быть связаны некоторым уравнением. Это уравнение и будет выражать системообразующее отношение. Оно здесь относится к свойствам. Поэтому системой называется предмет, обладающий свойствами, находящимися в фиксированном уравнении отношении. Это вторая схема определения понятия системы.

Другое определение А. Рапопорта нам представляется недостаточно определенным: «Система – это не просто совокупность единиц (частиц, индивидов), когда каждая единица управляется законами причинной связи, действующей на нее, а совокупность отношений между этими единицами». Слова «не просто» значат «все-таки»? Если так, то это определение по первой схеме. Если понимать систему как совокупность отношений, то при экстенциональном поднимании этих отношений мы получим такую же схему определения, как у Месаровича.

19. С. Сенгупта и Р. Акофф определяют систему как «множество действий (функций), связанных во времени и пространстве множеством практических задач по принятию решений и оценке, т.е. задачу управления». Это типичное определение по первой схеме. Предметная область здесь ограничена той определенностью, которая фиксирует тип системообразующего отношения.

20. М. Тода, Э. Шуффорд считают системой в широком смысле «все, что можно рассматривать как отдельную сущность... Расчленимой системой является такая

⁹³ См. Уемов А. И., Портнов Г. Я. Анализ систем и способов их задания. – Исследование систем. М., 1971, с. 213.

система, для которой существуют средства, позволяющие расчленить ее на части или подсистемы». Первая фраза здесь не содержит определения системы. Вторая фраза определяет не общее понятие системы, а лишь расчленимые системы. И с этим определением также можно согласиться. Вследствие этого не нужно определять схему этой «дефиниции».

21. Оба определения системы, данные А. Уилсоном и М. Уилсоном, четко соответствуют первой нашей схеме: «Слово «система» используется 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». Различие между обоими определениями сводится к различию в характере определенности – *t*.

22. Г. Крёбер определяет систему как «непустое множество элементов, содержащее по крайней мере два элемента, причем элементы этого множества находятся между собой в определенных отношениях, связях». С нашей точки зрения, для данной дефиниции существенно – что имеется в виду: связи или только «отношения» и насколько они определены. Поскольку автором предполагается, что эти отношения определены, то имеется *t*. Таким образом мы получаем первый тип определений.

23. Приводимое В.Н. Садовским определение Заде и Дезоера: «Абстрактная система, или просто система, S представляет собой частично соединенное множество абстрактных объектов A_1, A_2, A_S, \dots , являющихся компонентами S . Компоненты системы S могут быть ориентированными или неориентированными; число их может быть конечным или бесконечным; каждый из них может определяться конечным или бесконечным числом основных переменных» – это определение не системы, а лишь ее субстрата. Если отождествить систему с субстратом, получим типичное теоретико-множественное понимание системы, разобранный выше (см. п. 16б).

24. Определение В.И. Вернадского типично для первой схемы дефиниций: «Система – совокупность взаимодействующих разных функциональных единиц (биологических, человеческих, машинных, информационных, естественных), связанная со средой и служащая достижению некоторой общей цели путем действия над мате-

риалами, энергией, биологическими явлениями и управления ими».

25. Таково же и определение О. Ланге. «Система, – пишет он, – это множество связанных действующих элементов». Поскольку оно однотипно с предыдущим, мы не будем его здесь комментировать.

26. Определение системы Г. Паском как любой формы распределения активности в цепи, рассматриваемой каким-либо наблюдателем в качестве закономерной, типично для второй схемы дефиниций.

27–29. Определения системы В.С. Тюхтиным, А.Д. Урсулом и П.К. Анохиным можно объединить под одним пунктом, поскольку все они строятся по нашей первой схеме. Отличаются они лишь разными определенностями *t*. «Система, – пишет В. С. Тюхтин, – есть множество связанных между собой компонентов той или иной природы, упорядоченное по отношениям, обладающим вполне определенными свойствами; это множество характеризуется единством, которое выражается в интегральных свойствах и функциях множества». «Система, – указывает А.Д. Урсул, – это разнообразие отношений и связей элементов множества, составляющее целостное единство». «Под системой имеет смысл понимать организационное множество, образующее целостное единство». «Системой, – отмечал П. К. Анохин, – можно назвать только такой комплекс избирательно вовлеченных компонентов, у которых взаимодействие и взаимоотношение приобретают характер взаимодействия компонентов на получение фокусированного полезного результата».

30. Определение Л.А. Блюменфельда, которое приводит В. Н. Садовский, отличается от приведенных выше жесткостью ограничений. Он дает целый набор определенностей, который можно рассматривать как одну интегральную определенность. «Системой называется совокупность любым способом выделенных из остального мира реальных или воображаемых элементов. Эта совокупность является системой, если: 1) заданы связи, существующие между этими элементами; 2) каждый из элементов внутри себя считается неделимым; 3) с миром вне системы система взаимодействует как целое; 4) при эволюции во времени совокупность будет считаться одной системой, если между ее элементами в разные моменты времени можно провести однозначное

соответствие. Соответствие должно быть именно однозначным, а не взаимно-однозначным. Упорядоченность во времени не является обязательным признаком; если есть дивергенция, можно считать одной системой, а можно выделить в системе подсистемы». Оно конструируется по нашей первой схеме.

31. И.В. Блауберг, В.Н. Садовский, Э.Г. Юдин считают, 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. В этом определении второй признак излишен, так как любой предмет образует особое единство с окружающей его средой. Что касается третьего и четвертого, то они не могут быть включены в определение, поскольку, как признают сами авторы, это не общие признаки всех систем, а лишь «обычно» встречающиеся. Обычно натуральные числа, с которыми мы имеем дело, не очень велики. Но это не значит, что указанный признак следует включать в общее определение натурального числа. Что же касается первого признака, то он фиксирует первую схему определения понятия системы. К этой же схеме относится и определение В. Н. Садовского:

32. «Системой мы будем называть упорядоченное определенным образом множество элементов, взаимосвязанных между собой и образующих некоторое целостное единство».

33. Следующее определение наше: «Можно дать определение системы как множества объектов, на котором реализуется определенное отношение с фиксированными свойствами. Двойственным ему будет определение системы как множества объектов, которые обладают заранее определенными свойствами с фиксированными между ними отношениями. Символически оба определения можно выразить следующим образом:

$$(m)S =_{def} (R)P \wedge \rightarrow R(m)$$

$$(m)S =_{def} R(P) \wedge \rightarrow (m)P$$

Здесь S означает свойство «быть системой», $\wedge \rightarrow$ символ «направленной конъюнкции», т.е. такой конъюнкции, когда предполагается фиксированным порядок ее

компонентов». Мы пока не будем его рассматривать, равно как и определение 34 (Ю.А. Урманцева), к ним мы еще вернемся позднее.

3. РЕЛЯЦИОННОЕ ОБОБЩЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЙ ПОНЯТИЯ СИСТЕМЫ

Рассмотренный список определений поражает своим многообразием. Признания, включаемые разными авторами в дефиницию понятия системы, кажутся настолько разнородными, что возникает сомнение в том, можно ли вообще говорить о системном подходе как об определенном направлении в методологии науки. Возникает впечатление, что существует столько разных системных подходов, сколько и авторов, употребляющих слово «система». Это впечатление могло бы быть усилено, если бы мы привели еще несколько десятков различных определений, не учтенных в монографии В.Н. Садовского.

Тем не менее, если обратить внимание на логическую структуру определений, выраженную с помощью формализованного языка, то все многообразие рассмотренных определений сводится к четырем типам:

I $\{(\iota A)Система\} =_{def} \{[a((\iota A))]t\}$
(определения 1, 3, 4, 5, 6^a, 7^a, 7^b, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16^c, 17, 19, 21, 22, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32).

II $\{(\iota A)Система\} =_{def} \{t[(\iota A)a]\}$
(определения 2, 6^b, 18, 26).

III $\{(\iota A)Система\} =_{def} \{a(\iota A)\}$
(определения 12, 15).

IV $\{(\iota A)Система\} =_{def} \{\iota A\}$
(определения 16^b, 20, 23).

Оценки каждого из рассмотренных определений определяются их логическим строением. Недостатками определений III и IV типов (определения Холла и Фейд-жина, явное определение абстрактной системы Месаровича) является то, что они слишком широки, не дают возможности отличить систему от ее противоположно-

ти – не-системы. В таком случае утверждение о системном характере того или иного объекта лишено информационного значения. Формальной чертой этих определений является отсутствие символа определенного объекта t в их выражениях на нашем формализованном языке.

Однако такой характер определений не означает, что они лишены ценности. Слишком широкое определение может быть сделано соразмерным в том случае, если его соответствующим образом ограничить. На наш взгляд, возможности для такого ограничения дают схемы I и II. В определениях этих типов четко фиксировано системообразующее свойство, которому должно удовлетворять отношение, имеющее место в системе (схема I), или системообразующее отношение, в котором должны находиться свойства, характеризующие систему (схема II). Такая фиксация, формально выражающаяся в наших схемах появлением символа определенной вещи t , разными авторами производится по-разному. Поэтому оказывается, что один и тот же объект, будучи системой в соответствии с одним определением, не будет системой по другому.

Но каждое из разобранных определений имеет смысл. Авторы их обычно и не стремятся дать действительно общее определение понятия «система». Их цели более конкретны. Они стремятся определить именно то понятие, с которым они имеют дело в своих конкретных исследованиях. В зависимости от того, с какой стороны подходили они к системам, каким математическим аппаратом пользовались и т.д., их определение приобретало различный вид. Поэтому каждое из приведенных выше определений по сути дела было не общим определением, а математическим, кибернетическим и т.д. Собственно говоря, каждый автор не обращал особого внимания на обоснование адекватности своего определения. В лучшем случае он ограничивался критическими замечаниями в адрес других определений, которые не удовлетворяли тем задачам, которые ставились перед ним. Часто определение давалось вообще мимоходом, как некая дань традиции.

Если признать законность всех определений схемы I и II, то общее понятие систем можно было бы определить как объект, который удовлетворяет хотя бы одному из этих определений. В таком случае каждое из от-

дельных определений было бы слишком узким по отношению к понятию, определяемому дизъюнкцией определений.

Можно ли воспользоваться такой дизъюнкцией для общего определения понятия «система»? Такое определение было бы слишком громоздким⁹⁴. Но ведь у Садовского далеко не полный перечень определений. Уже сейчас к ним можно было бы добавить многие десятки. В будущем их число будет еще увеличено. Так что перечислить все эти дефиниции в нашем общем определении не представляется возможным. Таким образом, оставаясь в рамках чисто содержательного рассмотрения, решить эту проблему невозможно. Но формальный аппарат, изложенный в предыдущей главе, дает возможность достигнуть значительного упрощения определения понятия системы за счет включения в содержание этого понятия общей структуры определений.

Вернемся к схеме I.

$$\{(\iota A) Система\} =_{def} \{[a((\iota A))]t\}$$

В качестве фиксированного объекта t разные авторы берут разные определенные объекты. Общим для всех этих объектов является то, что все они определенные. Но сама определенность – это то же определенное свойство. Поэтому мы будем символ в приведенной схеме понимать как символ не конкретного определенного свойства, а как символ самого свойства определенности. В таком случае схема I даст нам такое определение понятия системы, которое охватывает все определения, удовлетворяющие этой схеме. Словесно это будет выглядеть так: «Системой будет являться любой объект, в котором имеет место какое-то отношение, удовлетворяющее свойству определенности».

Поскольку в рамках нашего формализованного языка $t \rightarrow (a)t$, т.е. если у нас есть определенный объект, он может рассматриваться в качестве свойства какого-то объекта, то приведенное определение можно выразить так: «Системой будет являться любой объект, в котором имеет место какое-то отношение, обладающее некоторым заранее определенным свойством».

120

⁹⁴ См. попытку такого определения понятия системы в работе У.А. Галандерса «О синтетическом определении общего понятия системы». – Вопросы теории познания диалектического материализма. Выпуск 3. Рига, 1977, с. 135.

Характер этого определенного свойства может быть различным. Он зависит от целей, задач исследования. По-разному интерпретируя это свойство, мы получаем рассмотренные выше определения схемы I.

Но как же быть с определениями, удовлетворяющими схеме II? Здесь можно рассуждать аналогичным образом. Только определенность t будет представлять собой не свойство, а отношение. Учитывая это, можно дать такое определение: «Системой является любой объект, в котором имеют место какие-то свойства, находящиеся в некотором заранее заданном отношении». Формально это определение выражается схемой II

$$\{(\iota A) Система\} =_{def} \{t[(\iota A))a]\},$$

где t понимается как определенность отношения.

Нетрудно заметить, что приведенные нами определения получают друг из друга, если в них одновременно заменить слово «свойство» словом «отношения» и слово «отношение» словом «свойство», если, конечно, не обращать внимания на незначительные стилистические нюансы.

Такого рода преобразования мы называем *двойственными*. Они хорошо известны в проективной геометрии. Возьмем для примера истинное положение: две прямые определяют точку. Заменяя здесь одновременно слово «прямые» словом «точки» и «точку» – «прямой», получим: «две точки определяют прямую», что также верно. Признание законности таких преобразований в проективной геометрии составляет содержание принципа двойственности. Утверждение об эквивалентности положений, получающихся друг из друга путем двойственного преобразования относительно пары «свойство» – «отношение», также можно назвать принципом двойственности.

Цитированное В.Н. Садовским наше определение системы является результатом реляционного обобщения всех тех определений, которые годятся для определенных классов систем, но каждое из которых является слишком узким, чтобы претендовать на общее определение понятия «система». Мы имеем здесь типичный случай определений, известных под названием «определения через абстракцию», о котором уже говорилось выше (см. стр. 102). В такого рода обобщениях мы сопо-

ставляем все определения, устанавливая взаимнооднозначное соответствие между их элементами. И то общее, что имеет место для этих структур, берется в качестве определения соответствующего понятия. Определение системы дается через то общее, что есть в структуре различных определений системы, элементы которых находятся во взаимнооднозначном соответствии.

Объект, являющийся системой по какому-либо из «конкретных» определений, будет системой и в соответствии с нашим определением. Любой объект, который будет системой по нашему определению, будет системой и по какому-либо из конкретных определений. Можно проделать своего рода мысленные эксперименты для того, чтобы выяснить, достаточно ли следования схеме I для того, чтобы объект, удовлетворяющий этой схеме, считался системой. Предложим географическую карту человеку, ничего не знающему о таких картах. Он не воспримет изображения на такой карте как систему. Для него это будет просто беспорядочный набор линий, кружочков, цветных пятен. Внимательно изучая эти объекты, он может определить отношения между ними. Так, кружочек, около которого написано «Одесса», нарисован ниже того кружочка, около которого написано «Москва». Можно исследовать свойство этих отношений и отношения между свойствами. И все это еще не дает системы.

Географическая карта станет системой лишь в том случае, если мы в ней обнаружим уже известные нам отношения, существующие в природе между морями, реками, городами и т.д. Набор деталей машины может показаться нам бессистемным, произвольным до тех пор, пока мы не знаем, что отношения, которые существуют между ними, как раз те, которые имеют место между деталями трактора, и что, следовательно, из них можно собрать трактор. Тогда этот набор будет рассматриваться как система.

По нашему мнению, любой «бессистемный объект» будет системным, как только отношения в нем будут удовлетворять заранее определенному свойству.

Возникает вопрос: а возможны ли в будущем такие определения понятия системы, которые не будут укладываться в рассмотренные нами схемы. Нет оснований полностью отрицать такую возможность. Однако факт стабильности структуры определений при крайнем раз-

нообразии их содержания, в котором мы имели возможность убедиться, анализируя подбор определений, приведенный В.Н. Садовским, дает основание предполагать такую стабильность и в будущем. Естественно, что, если в будущем проявятся иные тенденции в системном подходе, наши определения должны быть модифицированы.

Цитируемое В. Н. Садовским старое наше определение не совсем точно. Дело в том, что отношение с фиксированным свойством не всегда определено заранее. Так, определено лишь свойство, которому должно удовлетворять отношение. Соответственно в двойственном определении заранее определено лишь отношение, а подбор свойств, удовлетворяющих этому отношению, допускает некоторый произвол.

Рассмотрим ряд критических замечаний в адрес нашего определения, имеющих место в литературе по системному подходу. В.С. Тюхтин⁹⁵, положительно оценивший это определение и используя его, считает, что множество, образующее систему, «характеризуется единством, которое выражается в интегральных свойствах и функциях множества». Ограничение, которое таким образом накладывается на системообразующее отношение, является довольно сильным. Таким образом происходит возврат к слишком узкому определению, ибо система не всегда обладает указанным единством.

По мнению В.С. Тюхтина, «наиболее точным и полным» является определение системы Ю.А. Урманцевым, которым В.Н. Садовский завершает список рассматриваемых определений. «Система S , – пишет Урманцев, – это i -е множество композиций M_i , построенное по отношению R_i , закону композиции Z_i из первичных элементов множества M^0_i , выделенного на основании A^0_i из множества M''_o ». Он полагает, что «указание в определении конкретной или абстрактной системы на закон ее композиции в общем случае действительно необходимо. Между тем это требование к определению системы всегда нарушается. Так, например, обстоит дело с определением системы А.И. Умова... Без четвертого признака i -й системы – закона композиции Z_i – оно может приводить к неоднозначным результатам»⁹⁶. Определение, дан-

⁹⁵ См. Тюхтин В. С. Отражение, системы, кибернетика, с. 11.

⁹⁶ Урманцев Ю. А. Симметрия природы и природа симметрии. М., 1974, с. 60.

яое нами, далее сближается с определением В. С. Тюхтина, и оба критикуются как не выходящие за пределы тройки признаков⁹⁷.

Следует прежде всего отметить, что результат полемики по поводу определения понятия системы здесь определяется решением более фундаментальной проблемы, а именно проблемы категориальной структуры познания окружающего нас мира. Образуют ли категории «вещи», «свойства», «отношения» некоторую относительно замкнутую систему, в рамках которой возможно такое познание, или же эти категории, для того чтобы стать такой системой, должны быть дополнены четвертой категорией – категорией «композиции»? Стоит поставить вопрос таким образом – и отрицательный ответ на него станет очевидным. Но если так, то та информация, которая выражается с помощью понятия «композиция», может быть выражена через три другие категории, в том числе и в определении понятия системы.

Поэтому определение Ю.А. Урманцева фактически либо совпадает с одним из наших, если принять определенную последовательность перехода от фиксированного свойства t к отношению, которое обладает этим свойством, затем к объектам, которые в плане системного построения не являются первичными, либо если принять, что композиционное отношение может не совпадать с системообразующим, то это определение является частным случаем систем, охватываемых нашей схемой I.

В другом плане дополняет наше определение В.Н. Сагатовский. Он называет его дескриптивным и считает необходимым дополнить своим «конструктивным» определением. Последнее формулируется следующим образом: *«Система есть конечное множество функциональных элементов и отношений между ними, выделяемое из среды в соответствии с определенной целью в рамках определенного временного интервала»*⁹⁸.

Очевидно, что «конструктивное» определение не годится в качестве общесистемного. Но конструктивное определение вполне уместно в качестве одной из интерпретаций дескриптивного. Такая интерпретация полу-

⁹⁷ См. там же, с. 62.

⁹⁸ Основы системного подхода и их приложение к разработке территориальных автоматизированных систем управления. Томск, 1976, с. 13–14.

чается тогда, когда t отождествляется с определенной целью.

Если В.Н. Сагатовский полагает, что наше определение только дескриптивно и дополняет его конструктивным, то по-иному ставится вопрос в книге «Системное моделирование и оптимизация в экономике»⁹⁹. Авторы ее считают, что оно описывает лишь процесс конструирования системы и требует обобщения в дескриптивном направлении с помощью понятий теории множеств.

Однако использование понятия множества в прежнем варианте нашего определения вызывает возражение у И.П. Шарапова, который справедливо отмечает, что множество «не есть система, а лишь репрезентат (представитель) или математическая модель системы»¹⁰⁰.

Следует отметить, что использование понятия множества у нас не играло существенной роли, имея по существу чисто внешний характер. Без понятия множества можно было бы обойтись и говорить о системе не как о множестве, а как об объекте.

Несмотря на то, что в содержательном плане прежнее наше определение мы считаем вполне приемлемым в качестве общего определения понятия систем, старое формальное выражение его неудовлетворительно. Дело в том, что понятие «направленной конъюнкции», используемое в том определении, не работает, поскольку эта операция не включена в соответствующую систему операций. Эта конъюнкция соединяет существенно разнородные в логическом плане конъюнкты, и системное представление объекта лишено целостности.

Недостатки указанного определения обусловлены особенностями методов логики предикатов, в рамках которой сформулировано наше определение, и они не позволяют в достаточной мере формализовать определения системных параметров и связи между ними. Эта задача решается с помощью излагаемого здесь формализованного языка. Поэтому выражение определения системы именно на этом языке обладает преимуществами.

125

⁹⁹ Дубров Я. А., Штелих В. Г., Маслова Н. В. Системное (моделирование и оптимизация в экономике. Киев, 1976, с. 91–92.

¹⁰⁰ Шарапов И. П. Логический анализ некоторых проблем геологии. М, 1977, с. 31,

4. КОНЦЕПТ, СТРУКТУРА И СУБСТРАТ СИСТЕМЫ

Рассмотренные в предыдущем параграфе определения дают возможность разъяснить не только понятие системы в целом, но и отдельные стороны системного представления предметов, такие, как *структура* и *субстрат*. К этим терминам мы присоединили бы и *концепт*, специфичный для нашего определения системы. Он обозначает понятие, определенный тип понимания системы, т.е. то, что было выражено символом t .

Содержание всех этих понятий не тождественно в двух рассмотренных нами типах двойственных определений понятия системы. Поэтому мы остановимся на них применительно к каждому определению отдельно. Начнем с определения по первой схеме как наиболее распространенного.

В этой схеме определения концепт системы – объект определенный. Это значит, что он известен еще до того, как получена какая-либо информация о системе. Смысл понятия концепта системы лучше всего можно уяснить, проведя аналогию с системой отсчета. Система отсчета должна быть известна еще до проведения исследования. Ее выбор в известной мере произволен: можно выбрать ту или иную системы отсчета. Но один выбор будет более удачным, чем другой. Это зависит от характера решаемых проблем.

В первом типе определения понятия системы концепт t выступает как системообразующее свойство. Мы видели, что выбор этого концепта удивительно разнообразен. Выбор его, так же как и системы отсчета, связан с характером решаемых задач и с теми методами, которые применяются для их осуществления. Таким образом, разнообразие концептов не служит здесь основанием для пессимизма. Напротив, оно свидетельствует о многообразии задач, которые могут быть решены с помощью системного представления предметов.

Концепт системы определяет собой целый класс отношений, удовлетворяющих свойству, выраженному этим концептом. Каждое отношение этого класса будет системообразующим в том смысле, что, будучи абстрагированным из каких-нибудь объектов, оно образует из этих объектов систему. Например, гравитация представляет собой отношение, удовлетворяющее тем свойствам,

которые определяют наше понимание связи. Существой между планетами, это отношение образует из них систему.

Понятие структуры в узком значении этого слова может быть отождествлено с понятием системообразующего отношения. В широком смысле под структурой иногда понимается вся совокупность отношений между элементами, а не только системообразующие. Одна и та же структура может быть у систем, разных по субстратам. Если рассматривать только пространственные отношения, то можно сказать, например, что структура атома водорода и структура системы «Земля – Луна» одна и та же, хотя лежащие в основании взаимодействия и соответствующие закономерности движения в этих случаях существенно различны.

Отношения элементов существенны для системы. Они не только сохраняются в данном типе систем, но и оказываются одними и теми же в различных системах данного типа. В этом смысле структура выступает как «инвариантный аспект системы»¹⁰¹. Далее, поскольку один и тот же субстрат может находиться в основе систем с различными отношениями элементов, то инвариантным аспектом системы может выступать и субстрат. Например, ракушечник – инвариант тех систем, которые образуют старые дома в Одессе, – другими словами, различные здания построены из этого материала.

Говоря об инвариантности того или иного аспекта системы, необходимо иметь в виду класс тех преобразований, относительно которых рассматривается данный инвариант, ибо вне отношений к классу преобразований понятие инварианта не имеет смысла. В силу этого понятие структуры может иметь различное содержание в зависимости от типа системы и характера исследовательских задач.

Методика абстрагирования, вычленения системообразующего отношения из материального мира – структуры в узком смысле этого слова – «будет различной в зависимости от того, идет ли речь о проектировании еще несуществующей системы или об анализе системного представления известного объекта (материального или идеального). Во втором случае выбор структуры ограничивается не только условием t , но и требованием, со-

¹⁰¹ См. Овчинников Н.Ф. Структура и симметрия. – «Системные исследования». М., 1969.

гласно которому структура должна быть вычленена из данного субстрата. В первом случае второе требование отсутствует. Однако могут иметь место ряд вспомогательных требований, например экономического характера. Эти требования могут быть существенными при переходе от структуры к субстрату. Нахождение субстрата системы может быть осуществлено разными способами, например перебором. Известно, сколько материалов перебрал Т.А. Эдисон, прежде чем нашел материал, подходящий для реализации той структуры, которой должна была обладать электрическая лампочка накаливания. Возможности различного типа переборов увеличиваются в связи с использованием быстродействующих ЭВМ, в память которых заложены данные о различных материалах и их свойствах. Этот этап представляет собой реализацию уже созданного проекта.

Система будет считаться полностью определенной в том случае, если определен не только концепт, но структура и субстрат системы. Формально определение структуры и субстрата системы можно выразить с помощью операции абстрагирования на основе приведенного выше выражения определения системы в языке тернарного описания.

Под абстракцией здесь понимается выделение некоторого элемента из их комплекса в качестве особого объекта рассмотрения. По нашему определению, результат абстракции всегда представляет собой некоторую вещь. Так, структура в вещах – это отношение, но взятая сама по себе – это вещь. Объект, абстрагируемый от других объектов, мы будем заключать в прямые черточки. Например, $(a)|a|$ означает абстрагирование свойства от своего носителя, $(|a|)a$ – абстрагирование носителя от свойства. Определение структуры и субстрата системы (как и системы в целом) осуществляется с помощью йота-операторов.

$$\{(1a)Структура системы\} =_{def} \{[|1a|((A))]t\}$$

$$\{(1A)Субстрат системы\} =_{def} \{[a((|1A|))]t\}$$

Остановимся теперь вкратце на другом – двойственном типе определения понятия системы. Здесь содержание понятий концепт, структура и субстрат претерпевает некоторые модификации. Прежде всего, концепт системы имеет реляционный, а не атрибутивный характер, т.е.

это некоторое системообразующее отношение, а не свойство. Но оно имеет место не непосредственно между элементами субстрата, а между свойствами, характеризующими объект исследования. Последний не обязательно должен быть расчлененным. Если эта расчлененность и имеет место, то она скорее относится к набору свойств, сопоставляемых системообразующим отношением. Поэтому этот набор может быть назван *атрибутивной структурой*. Субстратом системы в таком случае будет тот объект, которому присуща атрибутивная структура.

Рассмотренный тип системного представления объекта наиболее характерен для математического моделирования. При определении модели здесь, прежде всего, исходят из имеющегося математического средства, например из определенного уравнения. Отношение, выражаемое этим уравнением, и будет концептом системы. Свойства, которые могут быть соотнесены этим отношениям, составляют атрибутивную структуру, а объект, которому могут быть приписаны все эти свойства, – субстрат системы.

Изложенная интерпретация «структуры» и «субстрата», связанная со второй, двойственной схемой определения понятия системы, менее распространена, чем та, о которой шла речь выше. Это обусловлено тем, что в практике научного исследования и в повседневной жизни чаще всего используется именно первая схема определения понятия системы.

В заключение рассмотрим определение понятий «структура» и «субстрат» на нашем формализованном языке. Определять концепт нет необходимости, ибо он уже определен как t . Атрибутивная структура и субстрат системы выражаются так:

$$\{(1a) \text{Атрибутивная структура}\} =_{\text{def}} \{t[(A)) \mid 1a \mid]\}$$

$$\{(1A) \text{Субстрат системы}\} =_{\text{def}} \{t[(\mid 1A \mid)a]\}$$

Сказанное здесь позволяет уточнить рассмотренные выше выражения «исследование систем и структур», «системно-структурные исследования» и т.д. Из проведенного здесь анализа видно, что «структура» – это не самостоятельное понятие, а всего лишь один аспект системы. Поэтому исследование системы предполагает исследование структуры этой системы, так же, впрочем,

как и исследование субстрата. Если исследование системы ведется преимущественно в плане структуры, то выражение «системно-структурное исследование» имеет некоторый смысл. Однако в таком случае имело бы смысл и выражение «системно-субстратное исследование», если бы акцент в исследовании системы делался на субстрате.

5. МЕТАТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОНЯТИЯ «СИСТЕМА»

Полученное нами определение понятия системы требует также метатеоретического¹⁰² анализа. Иногда этот анализ связывается с установлением признаков, которые обязательно должны включаться в определение понятия «система». Например, можно потребовать, чтобы определение системы обязательно указывало на ее целостность, на наличие элементов, которые сами в свою очередь могут быть рассмотрены как системы, на связь со средой и т.д. Не останавливаясь на вопросе о справедливости и достаточной общности такого рода требований, отметим, что они носят содержательный характер. Нет принципиальной разницы в уровне общности признаков, определяемых этими требованиями, и признаков, непосредственно входящих в определение понятия «система». Поэтому объединение указанных требований можно рассматривать как одно из определений понятия «система», которое опять-таки нужно подвергать метатеоретическому анализу.

На наш взгляд, если говорить о методологических принципах определения понятия «система», то последние должны быть сформулированы в рамках методологии более высокого уровня, чем системный подход. Такой методологией является материалистическая диалектика, как общая наука о связях. К понятию «система» должны быть применены те же методологические характеристики, которые относятся к понятию связи (см. главу I). Это не означает, что понятие системы нельзя понимать более широко, что мы должны применять его только к взаимосвязанным материальным телам. Такая точка зрения была бы проявлением догматизма.

¹⁰² Метатеоретический – значит относящийся к исследованию теории.

Бурное развитие науки за последнее столетие привело к необходимости обобщения понятия связи в качестве системообразующего отношения. Это хорошо было видно из анализа различных определений понятия «система»: во многих из них не указывалось на связь как на существенный ее атрибут. Однако при всех обобщениях этого понятия на основе диалектико-материалистического понимания связей между явлениями должны соблюдаться те черты, которые определяют именно такой подход к этим отношениям.

Как было показано выше, наше определение системы мы не выводим из требования отражения принципа взаимосвязи как системообразующего отношения. Однако после того как такое определение системы было получено на более низком, эмпирическом, уровне, оно должно быть подвергнуто анализу в плане методологии более высокого уровня.

Первая из отмеченных выше характеристик диалектико-материалистической трактовки связи – это объективность. В соответствии с этим объективность должна характеризовать и другие системообразующие отношения, т.е. системы должны рассматриваться не как творение разума, а как нечто существующее в объективной действительности. Разумеется, это не означает, что нет систем в субъективной действительности. Если есть идеальные связи, то есть и идеальные системы. Но вторые представляют собой в конечном счете отражения первых. Система – вещь относительная. Для фиксированного объекта t в конкретных условиях может не оказаться объектов, на которых реализовались бы системообразующие отношения, и таким образом здесь системы не будет. Но те же самые объекты в других условиях могут образовать ее, и тогда мы говорим о системе.

Некоторые объекты с данными свойствами и отношениями не образуют системы, а другие свойства – отношения могут образовать ее. То, что является системой по одному системообразующему отношению, может не являться системой по другому, и наоборот. Например, мы входим в комнату и видим там беспорядок: книги на полу, ботинки на кровати и т.п. С точки зрения рачительной хозяйки – это бессистемность. Но если в комнате, скажем, произошло преступление, то этот беспорядок может служить определенной системой для следователя.

С точки зрения его системообразующего отношения систему будут образовывать предметы, находящиеся в комнате, только в том случае, если они лежат так же, как и во время преступления. Эта относительность объективна, поскольку объективно отношение, лежащее в основе определения системы

Относительность системы охватывает как объективно, естественно складывающиеся системы, например организмы, так и субъективные, произвольные и идеальные системы. Субъективное системотворчество не исключается нашими схемами I и II, а охватывается ими как частный случай, при этом оно остается объективным по общей своей схеме, отражающей некоторый общий объективный закон системоопределения, системообразования

Игнорировать субъективные системы было бы ошибкой, тем более что с развитием наук роль субъективного фактора в жизни человека все более возрастает, поскольку человек все более успешно подчиняет объективные законы своим целям. Таким образом, системный подход применим как к материальной, так и к идеальной сфере. В этом системная теория сближается с математикой, также одинаково оперирующей как материальными, так и идеальными вещами с помощью некоторых (количественных, математических) средств

Иногда наше определение понятия системы критикуется на том основании, что оно не дает возможности различать объективно существующие системы типа Солнечной и системы, не обладающие объективным, не зависящим от человека существованием, каким, например, является созвездие Большой Медведицы. Здесь смешаны две вещи. С одной стороны, поскольку связи могут существовать как между материальными, так и между идеальными объектами, у нас действительно по одной схеме определения нельзя решить, какая система определяется – идеальная или материальная. Это будет ясно лишь на содержательном уровне, при раскрытии определенности t . Но в этом специфика не только нашего определения, а любого, основывающегося, хотя бы генетически, на понятии связи.

С другой стороны, некоторые авторы полагают, что могут существовать фиктивные системы, т.е. сознание может рассматривать в качестве системы то, что на самом деле не является системой. И что такого рода си-

стемы не охватываются нашим определением. Это действительно так, но это вовсе не является недостатком нашего определения. Большая Медведица действительно не является системой, если в качестве системообразующего брать отношение гравитационного взаимодействия. Но если в качестве системообразующего взять то отношение, которое действительно берется как системообразующее для Большой Медведицы, т.е. отношения между углами зрения, под которыми могут наблюдаться соответствующие звезды с Земли, то Большая Медведица столь же объективна, как и Солнечная система. Ибо угол зрения столь же мало зависит от субъекта, как и гравитационное взаимодействие.

Следующая черта диалектико-материалистического понимания связей между явлениями – существенность – находит проявление в системном подходе как в том, что системное представление объекта существенно для него, так и в том, что никакой объект не может быть вне системы. То и другое положение является непосредственным следствием особенностей связей между объектами. Поскольку связь выступает в виде системообразующего отношения, то можно утверждать, что если предметы не существуют вне связи друг с другом, то они не существуют и вне соответствующей системы. В то же время взаимосвязи важны и внутри системы. Сказанное о важности системности для объекта не означает, что существенен любой вариант системного рассмотрения. Системы могут быть образованы и по таким системообразующим отношениям, которые не существенны для объектов, объединяемых в этой системе.

Третья черта диалектико-материалистической трактовки связей – признание их многообразия – настолько полно проявилась в рассмотренном выше многообразии подходов к определению понятия системы, что нет необходимости останавливаться на этом еще раз.

Следующая черта диалектико-материалистической трактовки связей – их взаимность. Как это понимать в обобщенном смысле? Всякое ли более общее, чем связь, отношение должно быть «взаимным»? Если понимать взаимность в смысле симметричности, то это не совсем так. Можно назвать немало систем, системообразующее отношение в которых не обладает свойством симметричности, например натуральный ряд чисел. Тем не менее, взаимность всегда должна иметь место в том

смысле, что если есть отношение в одну сторону, то должно быть и какое-то отношение в сторону противоположную независимо от характера этого отношения. Так, если $1 < 2$, то имеет место $2 > 1$. Если Петя любит Машу, то так же всегда – увы, только в этом смысле – есть взаимность- «Маша любима Петей». Это означает, что на любом субстрате – во всяком случае, на любом расчлененном субстрате – можно построить, по крайней мере, две разные системы с системообразующими отношениями, имеющими противоположное направление.

Другая диалектико-материалистическая характеристика связей между явлениями – их универсальность, всеобщность – в применении к системам означает всеобщность системного рассмотрения объектов, т.е. то, что любой объект, в частности любое множество объектов, может быть рассмотрен как система. На первый взгляд кажется, что все вещи можно разделить на два класса: вещи одного класса являются системами, вещи другого не являются таковыми¹⁰³. В связи с этим системные исследования понимаются как исследования особого типа вещей. Однако, как справедливо подчеркивают Э.Г. Юдин и В.Н. Садовский, «такой подход бесперспективен, и об этом лучше всего говорит тот факт, что до сего времени практически не удалось сколько-нибудь ясно очертить область объектов, о которых с уверенностью можно говорить как о структурных или системных. Дело в том, что объект, как таковой, безотносительно к задачам его исследования, не может получать абсолютную характеристику системного или соответственно несистемного. Наоборот, один и тот же (в принципе в онтологическом плане) объект может быть в разных задачах исследован как несистемный или как системный»¹⁰⁴

Выше было показано, что если принять в качестве системообразующего отношения взаимосвязи между объектами, то далеко не каждое множество вещей можно считать системой. Например, если взять

√ звездру Бетельгейзе и верблюда, то, хотя какая-то гравитацион-

134

¹⁰³ См *Заплетал И К* системному подходу в методологии науки Прага, 1973 По существу такой же точки зрения придерживается и М.И. Сетров (см. Основы функциональной теории организации).

¹⁰⁴ Юдин Э. Г., Садовский В.Н. Системно-структурные исследования и их место в современной науке – Категория структуры и развитие физики элементарных частиц Дубна, 1966, с 41.

ная связь между верблюдом и звездой Бетельгейзе имеет место, этого недостаточно для того, чтобы объединить указанные три объекта в одну систему. Вместе с тем и это множество будет входить в объем чрезмерно широкого определения системы, ибо между ними какие-то отношения все же существуют, например отношения существенного различия. И если именно эти отношения берутся в качестве системообразующих, приведенные выше три объекта составят систему. Во всяком случае, для нас это система, поскольку мы старались подобрать такие предметы, которые возможно больше бы отличались друг от друга.

Таким образом, получается, что данное нами определение применимо к произвольному объекту *A*, как и разобранные выше слишком широкие определения Холла – Фейджина и Месаровича. Поэтому нельзя не согласиться со следующим утверждением В.Н. Садовского: «Экстенционально понимание системы по А.И. Умову и понимание системы, например, по М. Месаровичу совпадают, так как они генерируют один и тот же класс систем. Очевидно, что любая система по А. И. Умову будет системой по М. Месаровичу. Аналогично любая система по М. Месаровичу окажется системой по А.И. Умову. Для этого мы в качестве исходного пункта должны взять те отношения и свойства, которые определялись на множестве элементов, использованных для определения данной системы М. Месаровичем, а затем, что всегда возможно, найти это же множество элементов, что нам даст систему по А.И. Умову»¹⁰⁵. Вместе с тем оба этих определения *по содержанию, интенционально* не эквивалентны. В этом плане они существенно отличаются, что также правильно отмечено В.Н. Садовским: «Несмотря «а экстенциональную эквивалентность рассматриваемых определений, предлагаемое А.И. Умовым понимание системы, во-первых, проводит достаточно резкую границу между системой и несистемой (при заданных отношениях и свойствах далеко не все объекты оказываются системами, в то время как для любого множества элементов всегда имеют место какие-нибудь отношения и свойства, благодаря которым такие множества оказываются системами), и, во-вторых, может рассматриваться как некоторый спо-

¹⁰⁵ Садовский В. Н. О основаниях общей теории систем, с. 90–91.

соб решений проблемы установления гносеологически-методологического критерия приписывания объекту свойств системы»¹⁰⁶. Для пояснения отличия универсальности системного рассмотрения объектов в нашем смысле и в смысле Месаровича и Холла – Фейджина приведем такой пример. Пусть кто-то определит значение кинетической энергии тела так, что любое тело, согласно этому определению, будет обладать любым значением кинетической энергии. Это явно ошибочное – чрезмерно широкое – определение. Но возьмем всем известное определение этого значения по формуле $\epsilon_k = \frac{mv^2}{2}$. Поскольку скорость v – понятие относительное, то оказывается, что любой предмет в соответствующей системе отсчета будет обладать опять-таки любым значением кинетической энергии. Фиксация системы отсчета фиксирует и значение энергии. Подобная ситуация имеет место и с нашим определением. Фиксация концепта t ограничивает произвол в выборе системообразующего отношения, делит мир на класс объектов, обладающих им, и класс объектов, не обладающих им, т.е. в этой системе отсчета – на системы и не-системы.

Выразим различие между универсальностью по Месаровичу и универсальностью в системе нашего определения в языке тернарного описания. У Месаровича получается: $a(\mathcal{A}) \rightarrow [(\mathcal{A} - \text{система})]$. Антецедент здесь истинен, ибо мир устроен так, что в любых объектах есть какое-то отношение. У нас: $[a(\mathcal{A})t \rightarrow [(\mathcal{A}) - \text{система}]$. Антецедент здесь может быть ложным, ибо не всякое отношение обладает фиксированным заранее свойством. Важнейшей чертой окружающего нас мира является системность. Именно эта черта делает системный подход к объектам возможным. Этот подход был бы немислим в том случае, если бы любое свойство могло быть присуще любым отношениям и любые отношения могли быть реализованы на любом множестве объектов. Не ясно, является ли наш мир самым лучшим из возможных миров, как уверял Лейбниц, но бесспорно, что системность нашего мира, во всяком случае, с точки зрения его познания, – серьезное преимущество над другими логически возможными мирами.

Коротко отметим другие следствия, вытекающие из диалектико-материалистической трактовки связей.

136

¹⁰⁶ Там же, с. 91. 136.

Из принципа рефлексивности вытекает, что расчлененность не является обязательной чертой системы. Отношение, соотносящее объект сам с собой, также может быть системообразующим, равно как и отношение, соотносящее объект с другими, внешними ему объектами. Человечество, познающее само себя, – вот пример такой системы.

И, наконец, из признания относительного характера взаимосвязи вещей в единстве с ее противоположностью следует необходимость выяснения отношений между системой и ее противоположностью – хаосом. На первый взгляд о хаосе, о «не-системах» говорить вообще нельзя: поскольку все можно рассматривать как системы, значит, и хаос тоже система. Поэтому хаос, так же как и система, относителен. Признание ее дает возможность по-новому оценить ряд мировоззренческих проблем, в частности выдвинуть дополнительные аргументы для критики распространенного мнения о том, что существует тенденция превращения систем в хаос. Этот миф тесным образом связан с фундаментальной проблемой направленности времени.

Большая часть работ, в которых исследуется проблема направления времени, связана с использованием второго начала термодинамики. Вначале казалось, что, поскольку в замкнутой системе энтропия может лишь возрастать, то по увеличению энтропии можно судить о направлении времени. Однако установление Л. Больцманом статистического характера этого закона усложнило положение. Как показал анализ, предпринятый Г. Рейхенбахом, кривая роста энтропии, характеризующей одну изолированную систему, не дает основания для ответа на вопрос о направлении времени¹⁰⁷. Рейхенбах пытается найти выход из создавшегося положения в переходе от изучения одной системы к их множеству – пространственному ансамблю. В таком ансамбле направление времени может быть определено соответственно изменениям энтропии, характеризующим большинство систем этого ансамбля. Однако в этом случае остается неясным, почему все «естественные системы», являющиеся элементами пространственного ансамбля, не могут рассматриваться как элементы одной системы.

Рейхенбах не дает четкого определения понятий «одна система» и «много систем». Это делает его вывод не-

¹⁰⁷ См. Рейхенбах Г. Направление времени М, 1962.

достаточно строгим. То же самое следует сказать и об использовании Рейхенбахом и другими участниками дискуссии понятия энтропии. Как известно, Л. Больцман четко определил это понятие через логарифм вероятности состояния. Суть его в том, что алгоритм вычисления вероятности состояния существует лишь в том случае, если система представляет собой конечный набор молекул, занимающих равные друг другу ячейки пространства. Однако этот алгоритм не дает возможности определить, что энтропия, например, разбитой чашки будет выше, чем целой. Когда Рейхенбах говорит, что в таких случаях происходит рост энтропии, то этот термин понимается им чрезвычайно общо, как обозначение некоторой меры беспорядка, имеющего место в системе. Но тогда утверждение о росте энтропии приобретает характер общеполитического положения о росте хаоса.

Принято считать, что это положение эквивалентно второму началу термодинамики. Однако, поскольку понятие порядка здесь является слишком неопределенным, с этим отождествлением согласиться нельзя. Вопрос об эквивалентности указанных положений в достаточно строгом смысле может быть поставлен лишь при условии более точного определения понятия порядка. Анализ текстов, в которых используется этот термин, показывает, что он употребляется в различных смыслах.

У Рейхенбаха это понятие зачастую фактически отождествляется с полезностью предмета для человека. Чашка, падая на пол, разбивается, а из разбитой чашки нельзя пить, стало быть, она бесполезна для нас. Однако этот субъективный критерий ненадежен. В некоторых случаях нам может понадобиться именно разбитая чашка, а если взять для примера орехи, то как нам, так и животным они требуются главным образом в разбитом виде. Отсюда следует, что в одном случае нечто, разбитое может быть полезным, в другом – нет.

Если же под порядком понимать наличие разности между значениями величин, характеризующих части системы, например, наличие температурного градиента независимо от потребностей человека, то падение чашки можно истолковать и как снижение энтропии, поскольку раскол чашки увеличивает расстояния отдельных ее частей до общего центра тяжести системы. Склеивая чашку, мы уменьшаем расстояния и, следовательно, согласно

данному определению порядка, увеличиваем энтропию.

В дискуссиях, которые велись среди физиков непосредственно после формулирования Клаузиусом второго начала термодинамики, приводилось много примеров самопроизвольного возрастания разностей величин, характеризующих систему, в том числе и разностей температур. Например, если мы имеем в разных частях сосуда, разделенных пористой перегородкой, водород и кислород с одинаковой температурой, то возникает разность температур за счет большей диффузии более быстрых молекул водорода из одной части сосуда в другую. Этот мысленный эксперимент приводился Т. Престоном как аргумент против Клаузиуса. Клаузиус в ответ указывал на то, что возникновение разности температур здесь происходит за счет смешивания газов в сосуде, т.е. за счет исчезновения другой разности¹⁰⁸.

Можно привести и другие явления подобного типа. Объяснение таких явлений с точки зрения второго начала термодинамики привело к обобщению понятия энтропии.

Однако такие явления, когда возникновение порядка в системе сопровождается ростом беспорядка в более широкой системе, могут быть истолкованы и по-иному, а именно, возникновение беспорядка в одной системе связано с ростом порядка в другой. Это положение можно назвать негэнтропийным принципом. Для иллюстрации справедливости его можно привести такой пример. Беспорядок в уличном движении в городе приводит к возникновению порядка: автомобили выстраиваются в длинные колонны перед перекрестками. Именно беспорядок в отборе непосредственно исследуемых объектов обеспечивает тот порядок, который требуется правилами индуктивных выводов. Негэнтропийный принцип в его общефилософском истолковании имеет, с нашей точки зрения, такое же право на существование, как и принцип роста энтропии.

Как видно, попытки связать направление времени с основными законами физики успеха не имели. И это не случайно. По-видимому, это объясняется неправомерностью самого подхода – использованием хотя и общего, но все же частнонаучного закона для решения вопроса,

139

¹⁰⁸ См *Розенбергер* Ф. История физики, ч. III, вып II М–Л., 1936. с 87.

относящегося ко всему окружающему нас миру. Время – это форма существования материи, и отсюда, как правильно отмечает Я.Ф. Аскин, следует то, что «сводить время лишь к физическому параметру – значит совершать ту же ошибку, которую совершали в свое время, когда сводили движение лишь к механическому движению»¹⁰⁹.

Что же может служить альтернативой частнонаучному подходу? Многие исследователи считают таковой соединением различных частнонаучных подходов. Так, Д. Уитроу, не ограничиваясь тем, что дает физика, рассматривает время также в плане биологии, психологии и социологии. Однако в результате этого исчезает единство времени. По нашему мнению, это единство могло быть обеспечено наукой о системах вообще, т.е. системологией.

Системологический характер тех проблем, которые были рассмотрены выше, очевиден. Он заключается в анализе закономерностей развития систем и проблем объединения различных систем в одну систему.

Рост энтропии мог быть использован для определения направления времени лишь постольку, поскольку этот рост рассматривается не как частнофизический закон, а как закономерность развития любых систем, т.е. как некоторое положение системологии. Выше мы пытались показать, что в качестве такового оно не является правомерным. Однако могут существовать другие общесистемные закономерности, которые можно будет использовать для решения поставленных задач. Об этом речь будет ниже.

140

¹⁰⁹ Аскин Я. Ф. Проблема времени в физике и диалектическая концепция развития. – Пространство и время в современной физике. Киев, 1968, с. 168.

1. ПУТИ ПОСТРОЕНИЯ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ

После того как мы определили понятие системы в его самом общем виде, может быть поставлен вопрос: каким образом может быть создана общая теория систем? Любая теория, относящаяся к явлениям окружающего нас мира, даже самая математизированная, предполагает кроме определения основных понятий также и некоторый эмпирический базис. В качестве такого базиса общей теории систем обычно рассматриваются закономерности системного характера, которые уже установлены в различных конкретных науках. Наиболее известные ныне варианты общей теории систем основаны на исследовании структурных свойств систем. Несмотря на то, что системы могут быть совершенно различными по своему субстрату, их структура часто оказывается одинаковой. Общность этой структуры особенно бросается в глаза в тех случаях, когда системы описываются дифференциальными уравнениями. В.И. Ленин положительно оценил мысль Л. Больцмана о том, что «единство природы обнаруживается в «поразительной аналогичности» дифференциальных уравнений, относящихся к разным областям явлений»¹¹⁰.

Анализ дифференциальных уравнений и способов их решения играет большую роль в попытках построить общую теорию систем¹¹¹. Однако действительно общей тео-

¹¹⁰ Цит. по Ленин В.И. Полн. собр. соч., т. 18, с 306.

¹¹¹ *Petrovitch M* La mecanique des phenomens fondee sur les analogies Paris, 1906, *Папопонт А* Принцип математического изоморфизма в общей теории систем – «Системные исследования» М, 1973.

рии систем таким образом создать не удастся. Дело в том, что далеко не каждая система допускает описание своих закономерностей с помощью дифференциальных уравнений. Существуют и такие варианты общей теории систем, которые не связаны с определенной математической формой описания общности структур. В них исследуются аналогии между системами из самых различных сфер окружающего нас мира, как материального, так и идеального. К числу первых работ такого рода можно отнести «Тектологию» А.А. Богданова¹¹². В последнее время опубликованы интересные исследования Ю. Урманцева, в которых одни и те же соотношения определяются применительно к биологическим, физическим и социальным явлениям¹¹³.

Однако, несмотря на расширение предметной сферы, к которой должна применяться разрабатываемая таким образом теория, само ее содержание остается сравнительно бедным, поскольку авторы сосредоточивают свое внимание на тех или иных конкретных типах отношений, отвлекаясь от огромного числа других, в известном плане не менее интересных. Так, в центре внимания А.А. Богданова стоит отношение борьбы, равновесия сил. Ю. Урманцева интересуют прежде всего симметрия и полиморфизм. Вместе с тем расширение предметной сферы применимости теории в рамках указанного подхода вызывает трудности в использовании математического аппарата. Как известно, у А.А. Богданова такой аппарат, в отличие от более ранних работ М. Петровича, вообще отсутствовал. Математический аппарат, применяемый Ю. Урманцевым, относится по существу к отношениям полиморфизма и симметрии, оставляя в стороне другие отношения, существующие в системах.

Тип общих теорий систем, опирающийся на конкретные виды отношений, мы будем называть *аналогическими теориями систем*. Одну из теорий такого вида разрабатывает Л. Берталанфи. Хотя в последнее время она

142

¹¹² См: Тахтаджян А. А. Тектология История и проблемы – «Системные исследования, Ежегодник 1971» М, 1972.

¹¹³ См Урманцев Ю. А. Опыт аксиоматического построения общей теории систем – «Системные исследования» М, 1972; *Его же*. Что должно быть, что может быть, чего быть не может для систем – Развитие концепции структурных уровней в биологии М, 1972, *его же*. Симметрия природы и природа симметрии.

вызывает некоторое разочарование¹¹⁴, нет оснований полагать, что у таких теорий нет перспективы. Но для того чтобы в аналогической теории систем были учтены не только некоторые излюбленные тем или иным автором отношения, а действительно все то, что может быть существенного в системах, необходимо прежде всего расширить класс используемых аналогий. По сути дела во всех построениях такого типа, хотя авторы и чрезвычайно высоко оценивают значение выводов по аналогии («Всякое теоретическое мышление, – пишет А. Рапопорт, – действительно основано на аналогиях»)¹¹⁵, используется аналогия одного типа – изоморфизм. Наряду с изоморфизмом можно выделить еще по крайней мере 50 различных самостоятельных форм выводов по аналогии¹¹⁶. Многие из них могут быть использованы в процессе развития аналогической теории систем.

Логическую структуру таких теорий на нашем формализованном языке можно выразить так: $[t((A))a]$. Это открытая, атрибутивная, субъектная формула. Ее субъект – соответственно закрытая, реляционная, предикатная формула. Смысл всего выражения следующий: определенное, интересующее теорию, общесистемное отношение, существующее в любой системе, обладает каким-то свойством. Задача аналогической теории систем – сделать это свойство определенным, что и осуществляется в результате теоретического исследования фиксированного отношения. В качестве t берутся, например, «целое больше суммы частей», волновое уравнение, принципы симметрии и полиморфизма и т.д. При этом исходят из того, что эти отношения имеют место в любой произвольной системе. Обоснование последнего является задачей эмпирических исследований, проводимых в рамках названной теории.

Однако фактически не удастся обнаружить t всюду, для любой системы. Поэтому фактическая логическая структура теории такова: $[t((a))a]$.

Проведение аналогий между различными по своему

143

¹¹⁴ См *Акофф Р.* Общая теория систем и исследование систем как противоположные концепции науки о системах. – «Системные исследования Ежегодник 1971» М, 1972.

¹¹⁵ См *Рапопорт А.* Принцип математического изоморфизма в общей теории систем – «Системные исследования» М, 1973.

¹¹⁶ См *Уемов А. И.* Аналогия в практике научного исследования М, 1970.

субстрату системами не является единственно возможным способом построения общей теории систем. Другой, принципиально отличный метод используется в так называемом *параметрическом варианте общей теории систем*. Здесь в качестве исходного эмпирического материала берутся не данные о существовании интересующей нас закономерности в готовом виде, в той или иной конкретной системе, а данные, относящиеся к возможно большему массиву систем, хотя в этих данных непосредственно не усматриваются интересующие нас закономерности. Такие закономерности должны быть выявлены в результате логического анализа эмпирического материала. Эти закономерности будут иметь общесистемный характер, если исходная информация будет выражаться с помощью особого типа отношений – *реляционных системных параметров* или особых типов свойств – *атрибутивных системных параметров*.

Сущность понятия системного параметра мы попытаемся разъяснить на таком примере. Допустим, мы выяснили, что одна система находится левее другой или что одна система имеет положительный электрический заряд, а другая – отрицательный. Такого рода информацию нельзя использовать для установления общесистемных закономерностей, ибо такого рода отношения или свойства имеют смысл не для любых систем, а лишь для систем определенного типа, и изучаться они должны не в общей теории систем, а, например, в физике.

Конечно, не про любые системы имеет смысл спрашивать, находится ли одна из них левее другой. Так, нет смысла ставить такой вопрос о силлогистике Аристотеля по отношению к логике высказываний. Столь же нелепо выяснять электрический заряд силлогистики. Причина этого заключается в том, что и пространственное взаимоположение, и наличие того или иного заряда не являются специфически системными характеристиками объектов. Специфические системные характеристики отношения и свойства присущи всем системам.

Реляционный системный параметр – это набор отношений, таких, что любые системы находятся в каком-либо отношении из этого набора. Например, таким параметром может быть следующий набор отношений: «полностью совпадать по субстрату», «частично совпадать по субстрату» и «полностью исключаться по суб-

страту». Каждое из отношений такого набора будет значением реляционного системного параметра.

Атрибутивный системный параметр – это набор таких свойств, одним из которых обладает любая система. Любое это свойство является одним из значений атрибутивного системного параметра. Примеры таких параметров будут даны ниже. Атрибутивный системный параметр можно рассматривать как основание деления понятия системы на виды.

Общесистемные закономерности могут быть выражены в качестве отношений между значениями разных системных параметров. Рассмотрим более подробно различные типы системных параметров.

2. РЕЛЯЦИОННЫЕ ОБЩЕСИСТЕМНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Реляционные системные параметры могут иметь два или более значений (некоторые могут иметь и одно значение, но их мы не рассматриваем). Приведенный выше пример реляционного системного параметра – «отношение по субстрату» – имеет три значения. Это трехзначный реляционный системный параметр. Субстраты Солнечной системы и системы Менделеева, несомненно, различны: здесь имеет место одно из значений этого параметра. В случае, если субстрат двух разных волновых процессов, распространяющихся в одном и том же теле, одинаков, мы имеем дело с другим значением реляционного системного параметра.

О любой паре систем можно также опросить, не является ли структура одной системы субстратом другой? Для систем, состоящих из чисел $\langle 8, 4, 2 \rangle$ и $\langle 2, 2 \rangle$, ответ будет положительным, ибо структура первой системы выражается двумя бинарными отношениями «вдвое больше», которые составляют субстрат другой системы. Для чисел 3, 1 и 4, 2 ответ будет отрицательным – здесь другое значение этого параметра. Реляционные параметры с двумя значениями назовем бинарными реляционными системными параметрами. Они противопоставляются обыкновенным бинарным отношениям, таким, например, как «умнее», «смелее» и «тверже», «послушнее», «краснее», которые можно устанавливать лишь в объектах весьма ограниченной предметной области. Нет смысла спрашивать, какая система

умнее – Солнечная или Менделеева, какая смелее – натуральный ряд чисел или силлогизм и т.д.

В выражении «бинарный реляционный системный параметр» слово «бинарный» имеет два смысла. С одной стороны, «бинарный» значит «двухместный», сопоставляющий два объекта – одну систему и другую. С другой стороны, «бинарный» означает «имеющий два значения», сопоставляемых друг другу. Например, две системы могут иметь общий субстрат или не иметь его. Во избежание недоразумений слово «бинарный» мы будем употреблять лишь во втором смысле. В этом смысле оно будет соответствовать употреблению термина «бинарный» применительно к атрибутивным системным параметрам. Когда же будет необходимо выразить первый смысл, то мы будем употреблять термин «двухместный». Значит, в приведенных выше примерах речь идет о двухместных бинарных реляционных системных параметрах.

Почему же такие параметры имеют универсальную область применения в отличие от «обыкновенных» отношений, примеры которых приведены выше? Каждое отношение предполагает определенные свойства. Так, отношение «умнее» предполагает, что соотносящиеся объекты интеллектуальны, отношение «краснее» – что они окрашены в красный цвет. Далеко не все предметы в мире интеллектуальны или окрашены в красный цвет. Но любые предметы можно представить в качестве систем. Поэтому то отношение, которое соотносит объекты по свойству «системности», и является универсальным. Если между объектами обнаружено отношение, представляющее собой какое-либо значение реляционного бинарного системного параметра, это значит, что соотносящиеся объекты рассматриваются как системы. И наоборот, если объекты рассматриваются как системы, то между этими объектами имеет место отношение, являющееся тем или иным значением реляционного бинарного системного параметра. Формально значение бинарного двухместного реляционного системного параметра можно определить следующим образом

$$\{(1a) \text{ Значение реляционного двухместного бинарного системного параметра} \} =_{def} \{ \neg a((11a \bullet 11a) \rhd \neg a \{ \neg \neg [a((A)]t \} \{ \neg \neg [a((A)]t \} \}) \}$$

Как уже говорилось, символ $\iota\iota$ – двойной йота-оператор, в прямом, «нормальном» виде использующийся перед a , а затем в перевернутом виде – перед частью формулы, содержащей определение системы в нашем языке. Он означает, что один и тот же объект рассматривается как коррелят определяемого отношения и как система. Сказанное *mutatis mutandis* применимо и к тройному йота-оператору. Выражение $\iota a(\iota\iota a \bullet \iota\iota\iota a)$ следует понимать так, что отношение ιa установлено в объекте, представляющем собой реистический синтез объектов $\iota\iota a$ и $\iota\iota\iota a$.

Мы привели выбранные более или менее случайно два примера двухместных бинарных реляционных системных параметров. Практически важен вопрос о перечне таких параметров. Возможен ли он? Да, возможен. Используя приведенную ниже схему можно получить все двухместные бинарные реляционные параметры, значение которых может быть определено в рамках нашего языка (Табл. 5).

Приведенный фрагмент таблицы служит лишь в качестве примера. Таблица, которая содержала бы все значения двухместных бинарных реляционных системных параметров, которые можно было бы сформулировать в нашем языке, даже если иметь в виду весьма ограниченную часть его, изложенную выше, была бы слишком длинной для того, чтобы ее можно было привести здесь целиком.

В левом верхнем углу таблицы – квадрат. По его диагонали – символы P , R , m , обозначающие соответственно концепт, структуру и субстрат системы. В вертикальном столбце против этих символов – символы алфавита нашего формализованного языка, фиксирующие характеристики концепта, структуры и субстрата одной системы. Горизонтальной частью таблицы представлена другая система. Характеристики этой системы определены с помощью установления соответствия с характеристиками первой системы. Системы, представленные первой строкой и первой колодкой, имеют все характеристики – и концепт, и структуру, и субстрат – тождественными. Их можно считать одной и той же системой. Системы, представленные второй строчкой и второй колонкой, различны по субстрату. Совместно вторая строчка и вторая колонка определяют некоторое значение двузначного бинарного реляционного системного

параметра, а именно различие субстратов при тождестве структур. Это отношение является более или менее точной экспликацией детально исследуемого в аналогических теориях систем отношения изоморфизма

Таблица 5.

			1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<i>P</i>		(1a)t	(1a)t	(1a)t	(1a)t	(1a)t	(1a)t	(1a')t	Lt	Lt
		<i>R</i>	1a	1a	1a'	1a'	a	1b	1a	1A	1a
		<i>m</i>	1A	1A'	1A	1A'	1a	1A	1A	1A	1A
1	(1a)t	1a	1A								
2	(1a)t	1a	1A								
3	(1a)t	1a	1A								
4	(1a)t	1a	1A								
5	(1a)t	1a	1A								
6	(1a)t	1a	1A								
7	(1a)t	1a	1A								
8	(1a)t	1a	1A								
9	Lt	1t'	1B								

Аналогичным образом можно определить и другие значения реляционных двузначных бинарных системных параметров. Приведенное выше значение параметра, при котором субстрат одной системы является структурой другой, соответствует пятой колонке и пятому столбцу.

Как уже говорилось, изоморфизм представляет собой одну из форм аналогии между системами. Но таких форм много. Возникает вопрос: можно ли выразить и

все другие формы выводов по аналогии в качестве значения реляционных системных параметров? Ответить на этот вопрос пока не представляется возможным. Это задача будущих исследований. Конечно, не всякий даже двухместный и бинарный реляционный системный параметр связан с той или иной формой выводов по аналогии. Поэтому аналогическая общая теория систем не охватывает все реляционные системные параметры. И общая теория систем, исследующая соотношение между системными параметрами в общем виде – назовем такую теорию *параметрической теорией систем*, – будет охватывать аналогическую теорию систем в качестве своего частного случая. Разумеется, если будет положительно решена проблема параметризации всех используемых в ней форм выводов по аналогии.

Задачу, которую должна решить параметрическая общая теория систем, можно определить так: выявить системные параметры и установить связи между ними, которые можно назвать общесистемными закономерностями. Подобным образом можно было бы определить задачу любой науки, имеющей методологическое значение. Например, задача геометрии – выявить пространственные характеристики объектов и установить связи между ними. Установленные ею связи могут быть применимы к любым объектам, обладающим пространственными характеристиками. Например, при подсчете урожая с поля можно воспользоваться геометрическими закономерностями, так как они применимы для определения размеров поля, ведь урожай зависит от него, хотя геометрия сама по себе определением урожайности не занимается.

Аналогичное положение складывается в любых конкретных науках, поскольку объекты их исследования представляют собой системы и, значит, могут быть охарактеризованы теми или иными значениями системных параметров; они могут воспользоваться связями, установленными между этими параметрами, хотя общая теория систем и не занимается непосредственно объектами этих наук.

Каким же образом могут быть определены связи между системными параметрами, т.е. построена параметрическая общая теория систем? При ответе на этот вопрос следует иметь в виду, что методы построения теории различны в зависимости от уровня ее развития.

На первом уровне развития обычно теория носит описательный, эмпирический характер. «Один из наиболее широких классов современных научных теорий составляют описательные теории (их иногда называют эмпирическими). Таковы эволюционная теория в биологии Дарвина, физиологическая теория, созданная И.П. Павловым, различные современные психологические теории, традиционные лингвистические теории и т.д. Такая теория непосредственно описывает определенную группу объектов; ее эмпирический базис обычно весьма обширен, а сама теория решает прежде всего задачу упорядочивания относящихся к ней фактов. Общие законы, формулируемые в теориях этого типа, представляют собой генерализацию эмпирического материала и вводятся в теорию не в ее начальных пунктах, а в зависимости от потребностей развертывания теории. Эти теории формулируются в обычных естественных языках с привлечением лишь специальной терминологии соответствующей области знания»¹¹⁷.

Эта характеристика теории полностью применима к первой фазе развития параметрической общей теории систем. На этой стадии связи между значениями системных параметров устанавливаются опытным путем, эмпирически. Определение системных параметров дается в рамках естественного языка. Поскольку возможности эмпирического исследования не позволяют оперировать слишком большим количеством системных параметров, приходится ограничивать их выбор параметрами определенного класса. Мы здесь остановимся на атрибутивных системных параметрах.

3. АТРИБУТИВНЫЕ СИСТЕМНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Как уже указывалось, значения реляционных системных параметров представляют собой некоторые отношения систем, значения атрибутивных – их свойства. Обычно свойства объектов, исследуемые в науках, относятся лишь к более или менее ограниченной области предметов. Взять, к примеру, свойство голубизны. Можно спросить, голубое ли небо, но нет смысла спрашивать о голубизне числа π . Если мы имеем в виду свойство «иметь массу», то можно говорить о массе атома, но не о мас-

150

¹¹⁷ Философская энциклопедия, т. 5. М, 1973, с 206. 150.

се симфонии Бетховена. Еще Аристотель отмечал, что не всегда можно спрашивать, обладает ли предмет тем или иным свойством или нет «То, чему по природе еще не полагается иметь зрения, не называется ни слепым, ни зрячим»¹¹⁸.

Однако существуют такие свойства, которые соотносимы с любой системой, и они-то нас здесь интересуют в первую очередь. Например, возьмем ли мы небо, число π , атом или симфонию Бетховена и будем их рассматривать как системы, имеет смысл спросить, однородны ли элементы этих систем или нет, можно ли присоединить к этим системам новые элементы или же исключить некоторые из них и т.д.. Однородность или неоднородность элементов системы, постоянство числа элементов или их изменчивость – таковы примеры атрибутивных системных параметров.

Атрибутивный системный параметр может иметь два значения (т.е. он является бинарным атрибутивным системным параметром), одно из которых мы будем считать положительным. Но вообще системный параметр может иметь и множество значений (т.е. быть соответственно многозначным и линейным). Примерами бинарных атрибутивных системных параметров могут служить гомогенность (однородность) и гетерогенность (разнородность) элементов; субстратная авторегенеративность (способность системы самостоятельно восстанавливать утраченные элементы) и соответственно неавторегенеративность; субстратная внешняя регенеративность (утраченные элементы восстанавливаются внешней средой) и соответственно внешняя нерегенеративность и т. п.

Линейный системный параметр – это такой, который имеет неограниченно большое число значений. Если представить себе значения того или иного системного параметра в виде точек на прямой линии, то бинарный системный параметр характеризуется двумя точками на этой линии, многозначный системный параметр – конечным множеством точек, а линейный параметр символизирует вся линия с ее бесконечным множеством точек. В качестве примера линейного системного параметра можно указать на *сложность* и соответственно *простоту* системы. Невозможно однозначным образом

¹¹⁸ Аристотель. Категории. М, 1939, гл. X.

разделить системы на сложные и простые. Сложность и соответственно простота системы имеют меру, сопоставимую с бесконечным числом точек на линии.

В ранее опубликованных работах¹¹⁹ была попытка выяснить логическую структуру атрибутивных системных параметров с помощью понятия отношения второго порядка к аспектам системного рассмотрения объектов в противоположность обыкновенным свойствам, в частности – физическим величинам, которые выражаются через отношения первого порядка к определенным классам внешних объектов и потому не являются универсальными. Отсутствие адекватного формального аппарата помешало сделать это положение достаточно ясным.

Значение атрибутивного системного параметра формально можно определить как свойство, выражаемое любой ППФ нашего формального языка, имплицитующей определение системы в одной из описанных выше форм. Таким образом выявляется логическая сущность атрибутивного системного параметра как такой характеристики объекта, которая предполагает его системное представление. Здесь же *implicit* содержится и выражение системного параметра через отношение второго порядка, ибо только с помощью отношения второго порядка и выражается определение понятия системы.

Поскольку каждый атрибутивный системный параметр можно рассматривать как некоторое основание для классификации систем, то любой набор системных параметров уже дает нам такую классификацию. Следует иметь в виду, что в основанной на этом классификации систем возникают известные трудности. «Разнообразие типов систем, которое можно выделить исходя из предлагаемых принципов классификации, практически бесконечно. Как избежать на формальном уровне повторения недостатков произвольных эмпирических классификаций? Где объективные критерии для выделения из бесчисленного множества возможностей «наиболее подходящих» типологий?»¹²⁰.

152

¹¹⁹ См об этом: *Уемов А.И.* Логический анализ системного подхода к объектам и его место среди других методов исследования – «Системные исследования» М, 1969, *Уемов А.И., Портов Г.Я.* Системные параметры и физические величины – «Філософські проблеми сучасного природознавства», вип. 22 Київ, 1971.

¹²⁰ *Гладких Б. А., Люханов В.М.* и др. Основы системного подхода и их применение к разработке территориальных автоматизированных систем управления Томск, 1976, с 20.

Чтобы преодолеть эти трудности, следует, прежде чем приступить к классификации систем, классифицировать сами атрибутивные системные параметры. Попытка такой классификации была предпринята В.И. Богдановичем¹²¹ на основе четырех операций: отбрасывания элементов, присоединения их, внутренней замены элементов и внешней замены элементов. Таким образом было получено 16 системных параметров, определяющих 32 их значения. Поскольку эти операции имеют теоретико-множественный характер, то понятно, что такая классификация не охватывает всех даже ранее сформулированных параметров.

Мы предлагаем классифицировать атрибутивные системные параметры исходя из существа принятого нами определения понятия системы. Фиксируя каждый тип системного параметра, можно определять конкретные системные параметры, относящиеся к этому типу, давая их формальное выражение на нашем формальном языке.

Системные параметры можно классифицировать по двум признакам:

1) по тому, к каким аспектам системного рассмотрения объектов они непосредственно относятся;

2) по категориальной характеристике самого системного параметра, т.е. по тому, представляет ли то или иное значение системного параметра модификацию соответствующей вещи, означает ли оно фиксацию свойства, отношения между вещами или же относится к параметрам второго порядка – фиксирует свойство отношения между вещами или же отношения свойств вещей.

Возможны и другие варианты классификации системных параметров. Их мы не будем анализировать. Здесь мы ограничимся первой схемой определения системы. Будем обозначать концепт системы символом P , структуру – R и субстрат – t . Если выделенный нами параметр относится одновременно к концепту и структуре, то будем использовать сложный символ P, R . При обратном порядке (т.е. когда структура относится к концепту) будем обозначать R, P . В свете сказанного должны быть понятны символы R, t и t, R . Мы не вводим символы P, t , равно как и t, P , так как кон-

¹²¹ См.: Богданович В.И. Формальная типология системных параметров.– «Системный метод я современная наука», Вып 1. Новосибирск, 1971.

цепт и субстрат соотносятся только через структуру. Но мы используем P, R, t для обозначения того случая, когда системный параметр относится не к отдельным аспектам системного представления объекта, а ко всему представлению целиком. Таким образом получаем Табл..6.

В нулевой строке – выражения для вещей, свойств, отношений, свойств отношений и отношений свойств на нашем формализованном языке. Числа в ячейках – номера атрибутивных параметров в том порядке, в каком они даются ниже. Рассмотрение их начнем с ячейки; которая в первой строчке и первой колонке. Здесь два номера атрибутивных системных параметров.

Системный параметр № 1 является основанием для деления систем на *упорядоченные и неупорядоченные*.

Упорядоченными системами можно назвать такие системы, для которых существен порядок их элементов. В противном случае мы будем иметь неупорядоченную систему. Пример первого типа системы – натуральный ряд чисел. Пример систем второго типа – толпа. Между крайними типами систем может иметь место ряд промежуточных случаев, когда система, сама по себе неупорядоченная, получает частичное (случайное, временное) упорядочение. Эти случаи мы относим к неупорядоченным системам. Рассматриваемый системный параметр относится к концепту системы – к выбору t . Концепт включает в себя свойства, характеризующие отношения типа порядка, т.е. в соответствии с принятой в современной логике их моделью – антирефлексивности антисимметричности и транзитивности (объяснение этих терминов см. выше, стр. 60). Имея в виду такое t , мы можем дать следующее определение упорядоченной системы:

$$\{(\imath A) \text{ Упорядоченная система} \} =_{\text{def}} \{[a((\imath A))]t\}.$$

В таком случае неупорядоченную систему можно определить так:

$$\{(\imath A) \text{ Неупорядоченная система} \} =_{\text{def}} \{[a((\imath A))]t'\}.$$

Параметр № 2 делит системы на *структурно-точечные структурно-линейные* и *структурно-многомерные*. Это деление предполагает соответствующую классификацию свойств. Суть этой классификации ясна из следующего примера. Такие свойства, как «быть ректо-

Таблица 6.

	<i>Вещи</i> (A)	<i>Свойства</i> $[(a))A]$	<i>Отноше-</i> <i>ния</i> $[A((a))]$	<i>Свойства</i> <i>отношений</i> $\{[a((a))]]A\}$	<i>Отношения</i> <i>свойств</i> $\{A[[((a))a]\}$
<i>P</i>	1, 2				
<i>R</i>	3		$4^{\bar{6}}$	$23^{\bar{6}}$	
<i>m</i>	5		$4^a, 6, 7, 8, 9,$ 10, 11		$21, 23^a$
<i>P,R</i>					
<i>R,P</i>			12		
<i>R,m</i>			$13^{\bar{6}}, 14, 16,$ 17	24, 25, 26	
<i>m,R</i>			$13^a, 15, 18$		
<i>P,R,m</i>			19		20

ром», «быть электроном», «состоять из водорода и кислорода» и т.д., не имеют никакой интенсивности. Например, человек может быть или не быть ректором, но не может быть в большей или меньшей степени ректором, если только понимать эти слова в буквальном смысле.

Свойства, не имеющие интенсивности, по аналогии с точкой мы назовем точечными или свойствами нулевого измерения. Другие линейные свойства, присущие предмету, всегда имеют определенную интенсивность, причем могут изменяться лишь в направлении уменьшения или увеличения этой интенсивности. Таковы масса, упругость, вязкость, мощность, температура, физическая сила человека, его рост и т.д.

К двумерным (плоскостным) свойствам можно отнести свойства, которые могут изменяться в двух отношениях. Задание (количественное или качественное) одной интенсивности не определяет полностью предмет в отношении данного свойства. Примерами таких свойств могут служить сила, ускорение, скорость и т.д. В физике применительно к таким свойствам употребляется термин «векторная величина». Для характеристики вектора на плоскости недостаточно указать только на его абсолютную величину (модуль). Векторная величина может изменяться в двух отношениях — по модулю и по направлению.

Трёхмерные и, вообще говоря, n -мерные свойства можно определить по аналогии с двумерными как способные изменяться соответственно в трех, четырех или, вообще говоря, n отношениях. Примерами трёхмерных свойств могут быть свойства, выражаемые в физике пространственными векторами, n -мерные свойства математика выражает тензорами различных рангов. Другим примером n -мерного свойства может служить обладание цветом. Цвет нельзя характеризовать какой-нибудь одной интенсивностью. Он может изменяться в различных отношениях — в отношениях светлоты, яркости и положения в спектре.

Концепт системы может включать в себя не только «классические» свойства, определяющиеся через рефлексивность, симметричность и транзитивность, но и свойства, описанные выше (точечность, линейность и т.п.). В соответствии с этим мы и выделяем структурно-точечные, структурно-линейные, структурно-многомер-

ные системы. В качестве примера структурно-точечной системы можно привести семью, в которой те или иные отношения (муж, сын, дочь) могут либо иметь место, либо не иметь места, но не изменяться по своей интенсивности. Напротив, пространственные отношения между элементами Солнечной системы – расстояния между планетами – могут изменяться в направлении «дальше – ближе», поэтому мы относим их к структурно-линейным. Отношение между множеством цветов спектра и отношения во множестве цветов могут изменяться во многих направлениях, поэтому система цветов может быть названа структурно-многомерной. Данный параметр не бинарный, а тернарный, поскольку он выделяет три класса систем: структурно-точечные, структурно-линейные и структурно-многомерные. Различие между всеми тремя типами систем нельзя выразить формально. Они остаются на уровне содержательного переистолкования *t*.

Такого рода толкований может быть сколько угодно. В этом недостаток рассматриваемого параметра и вообще параметров относящихся к первой ячейке нашей таблицы. Применительно к ним вполне справедлива критика со стороны В.Н. Сагатовского (см стр. 152). Однако остальные параметры, введенные нами, имеют иной характер.

Ко второй строке первой колонки относится *параметр № 3*. Он делит системы на *системы с опосредованием* и *без опосредования*.

На содержательном уровне различие между этими типами систем можно сформулировать так: в системах «без опосредования» каждый элемент участвует в системообразующем отношении непосредственно, а в другом случае – опосредованно, через другие элементы системы. Различие между этими типами систем можно иллюстрировать с помощью различия между прямыми и косвенными выборами депутатов. В первом случае каждый избиратель голосует за кандидата непосредственно, во втором случае – через выборщиков. Другой пример первого типа – биологический вид, в систему которого каждая особь входит непосредственно, независимо от других особей. Однако особь сама по себе представляет систему с опосредованием, поскольку многие элементы этой системы функционируют в качестве таковых лишь опосредованно – через другие элементы той же систе-

мы. В предельном случае все элементы системы могут функционировать лишь опосредованно.

Последний случай можно формализовать. Если все элементы системы функционируют лишь опосредованно, это означает, что системообразующее отношение в системе понимается как отношение каждого элемента к каждому. Тогда можно записать формулу:

$$\{(IA) \text{ Система с опосредованием} \} =_{def} \{ [a((\overline{IA} \cdot \overline{IA}))] t \}.$$

Нет необходимости всегда формально определять оба типа систем, выделяемых значениями системного параметра. Для того чтобы установить связи между параметрами, чаще всего достаточно иметь определение только одного из значений системного параметра.

Параметр № 4 – *регенеративность* систем. Регенеративность может быть по субстрату (4a) и по системообразующему отношению (4б). В первом случае речь идет о восстанавливаемости элементов системы, во втором – о восстанавливаемости соответствующего системообразующего отношения.

Вполне регенеративные системы способны к восстановлению любого своего элемента или любого отношения. В авторегенеративной системе это восстановление может иметь место безотносительно к другим системам. Во внешне регенеративной системе элементы и отношения восстанавливаются с помощью других систем.

Могут быть определены также частично регенеративные системы, т.е. такие, которые имеют лишь часть элементов, способных к регенерации. Часы, например, являются полностью внешне регенеративной системой, дождевой червь – полностью авторегенеративной системой. Будущее время, по-видимому, является полностью нерегенеративной системой, поскольку ни одна секунда, которая перестала быть будущей, не может быть восстановлена в качестве элемента будущего времени. В зависимости от того, идет ли речь о регенерации элементов или отношений, параметр будет относиться к третьему или второму ряду третьей колонки нашей таблицы.

Основная трудность в формализации отношения регенерации состоит в том, что импликация далеко не адекватно выражает это отношение, поскольку регенерация всегда разворачивается во времени, а устанавли-

вая отношение импликации, мы отвлекаемся от времени. Учитывая это, все же можно дать следующие формальные модели различных значений параметра регенеративности.

$$\{(\mathcal{A}) \text{ Полностью авторегенеративная по субстрату система} \} =_{\text{def}} \\ =_{\text{def}} \{ [a((\mathcal{A}))] t \bullet [\mathcal{A}^{\square} \rightarrow \mathcal{A}] \}.$$

Смысл этого выражения в том, что это – система и если налицо любая подсистема (элемент или часть), то будет и вся система.

$$\{(\mathcal{A}) \text{ Частично авторегенеративная по субстрату система} \} =_{\text{def}} \\ =_{\text{def}} \{ [a((\mathcal{A}))] t \bullet [\mathcal{L}\mathcal{A}^{\cup} \rightarrow \mathcal{A}] \}.$$

Смысл этого выражения в том, что если есть какая-нибудь (непроизвольная) подсистема, то будет и система в целом. Символ $\mathcal{L}\mathcal{A}^{\cup}$ выражает результат применения оператора L к \mathcal{A}^{\cup} . Тем самым $\mathcal{L}\mathcal{A}^{\cup}$ противопоставит произвольному подобъекту \mathcal{A}^{\square} .

$$\{(\mathcal{A}) \text{ Полностью внешне регенеративная по субстрату система} \} =_{\text{def}} \\ =_{\text{def}} \{ [a((\mathcal{A}))] t \bullet [\mathcal{A}^{\square} \bullet \mathcal{A}^{\circ} \rightarrow \mathcal{A}] \}.$$

\mathcal{A}° выше был определен как объект, находящийся вне объекта t или какой-либо его части. Он был назван диспаратом t . Соответственно \mathcal{A}° будет диспарат \mathcal{A} , т.е. внешний ему объект. Наличие этого диспарата обуславливает регенерацию.

$$\{(\mathcal{A}) \text{ Частично внешне регенеративная по субстрату система} \} =_{\text{def}} \\ =_{\text{def}} \{ [a((\mathcal{A}))] t \bullet [\mathcal{A}^{\cup} \bullet \mathcal{A}^{\circ} \rightarrow \mathcal{A}] \}.$$

Та же формула, что и выше, только произвольная подсистема субстрата заменена неопределенной подсистемой.

Определение регенеративности системы по отношениям имеет свои особенности, но в общем аналогично вышеприведенным.

$$\{(\mathcal{A}) \text{ Система внешнеавторегенеративная по отношениям} \} =_{\text{def}} \\ =_{\text{def}} \{ [\mathcal{A}((\mathcal{A}))] t \bullet [\mathcal{A}^{\square}((\mathcal{A})) \rightarrow \mathcal{A}((\mathcal{A}))] \}.$$

Это значит, что если есть произвольный элемент структуры, то на субстрате системы восстанавливается вся структура. (Здесь и ниже к структурам и субстратам для простоты применяется одинаковый йота-оператор).

$$\{(\imath A) \text{Частично авторегенеративная по отношениям система}\} =_{\text{def}} \\ =_{\text{def}} \{[\imath a((\imath A))]t \bullet [\imath L\overset{\smile}{a}((\imath A)) \rightarrow \imath a((\imath A))]\}.$$

Здесь регенерация вызывается не любым произвольным элементом отношения, а только каким-то. Это выражается применением оператора L (только) к $\overset{\smile}{a}$.

$$\{(\imath A) \text{Внешне полностью регенеративная по отношениям система}\} =_{\text{def}} \\ =_{\text{def}} \{[\imath a((\imath A))]t \bullet [\imath \overset{\square}{a}((\imath A)) \bullet \imath \overset{\circ}{A} \rightarrow \imath a((\imath A))]\}.$$

Здесь добавляется диспарат $\imath \overset{\circ}{A}$ к антецеденту импликации.

$$\{(\imath A) \text{Внешне частично регенеративная по отношению система}\} =_{\text{def}} \\ =_{\text{def}} \{[\imath a((\imath A))]t \bullet [\imath L\overset{\smile}{a}((\imath A)) \bullet \imath \overset{\circ}{A} \rightarrow \imath a((\imath A))]\}.$$

Здесь вместо произвольной подсистемы фигурирует символ только неопределенной – $L\overset{\smile}{a}$.

Параметр № 5 в третьей строке первой колонки относится к *расчлененности систем*. Выше уже отмечалось, что нет необходимости ограничивать понятие системы таким образом, чтобы оно включало только расчлененные системы. Это лишь одно из значений параметра расчлененности. Второе значение – нерасчлененные системы, они состоят всего из одного элемента. Системообразующее отношение в таких системах всегда рефлексивно. Иногда системы такого типа называют несобственными системами.

Невозможность существования подсистемы мы берем за основу формального определения нерасчлененной системы.

$$\{(\imath A) \text{Нерасчлененная система}\} =_{\text{def}} \{[a((\imath A))]t \bullet [\imath \overset{\square}{A} \rightarrow \emptyset]\}.$$

\emptyset – символ невозможного объекта.

$$\{(\imath A) \text{Расчлененная система}\} =_{\text{def}} \{[a((\imath \overset{\smile}{A}) \bullet \imath \overset{\smile}{A}))t]\}.$$

Здесь субстрат представим как реистический синтез «подсубстратов».

Рассмотрим большую группу параметров, относящихся к третьей строчке и третьей колонке нашей таб-

лицы. Значения этих параметров дифференцируют различного рода отношения на субстрате. *Параметр № 6* делит системы на *всецелонадежные* и *невсецелонадежные*. Всецелонадежными мы назовем такие системы, которые сохраняют свой характер даже в том случае, если будет уничтожено любое количество их подсистем, за исключением одной. Так, воинское соединение будет образовывать систему и в том случае, если оно будет иметь возможность вести боевые действия при наличии хотя бы одного из своих членов. В невсецелонадежных системах всегда существует некоторое количество элементов, изъятие которых ликвидирует систему. Это количество иногда может быть определено точно, но, как правило, граница его является неопределенной.

$$\{(\mathcal{A})\text{Всецелонадежная система}\} =_{\text{def}} \{[\mathcal{A}((\mathcal{A}))]t \bullet [\mathcal{A}((\overline{\mathcal{A}}))]\}.$$

Это определение относит системообразующее отношение к произвольному подсубстрату.

Параметр № 7 различает системы *элементарные* и *неэлементарные*. Система \mathcal{A} называется элементарной тогда, когда ни одна из ее подсистем не является системой в том же смысле, в каком является сама система \mathcal{A} . Иными словами, элемент не является системой с тем же самым концептом, что и система \mathcal{A} . Например, атом водорода является в этом смысле элементарной системой, поскольку ни один из его элементов – ни протон, ни электрон – не является системой в том смысле, в котором является системой атом.

Неэлементарные системы состоят из элементов, которые сами в свою очередь являются системами такого же типа. Так, в Солнечной системе имеются такие элементы (Юпитер, Сатурн со своими спутниками), которые сами в свою очередь образуют системы, аналогичные Солнечной. Дивизия состоит из элементов – полков, которые сами в свою очередь аналогично дивизии представляют систему, состоящую из батальонов. Отличие этого примера от примера с Солнечной системой заключается в том, что в дивизии все элементы являются системами, в то время как в Солнечной системе есть такие планеты, как Меркурий или Венера, которые не имеют спутников и поэтому не образуют систем в том смысле, в каком является системой Солнечная. В связи с этим возможно дальнейшее деление систем на

частично элементарные и неэлементарные. Однако в целях упрощения мы их рассматривать не будем.

$$\{(\mathcal{A})\text{Неэлементарная система}\} =_{\text{def}} \{[a((\mathcal{A}))]t \bullet [a((\mathcal{A}))]t\}.$$

Последняя скобка говорит о том, что на подсубстрате субстрата неэлементарной системы реализуется какое-то отношение, быть может отличное от того, которое реализовано на субстрате в целом, но удовлетворяющее тому же самому концепту.

Понятие неэлементарности тесно связано с иерархичностью систем, которая в настоящее время приобрела настолько большое значение, что сделалась предметом особой теории¹²².

Параметр № 8 относится к *детерминированности* систем. Системообразующее отношение может быть таким, что если нам известны некоторые элементы системы, то на его основе мы можем определить другие. Указанное свойство лежит в основе известных задач, связанных с определением недостающих элементов системы. Иногда эти задачи могут иметь серьезное научное значение, особенно в таких науках, как, например, палеонтология. Ученые Кювье и Герасимов были виртуозами в этой области: они могли восстановить облик животного или человека на основе отдельных костей. Часто, впрочем, недостающие элементы системы определяются неоднозначно.

В зависимости от того, в какой мере одни элементы системы детерминируют другие, мы получим различные частные случаи детерминирующих систем. Наиболее сильным случаем детерминации является тот, когда при данном системообразующем отношении одного элемента достаточно, чтобы определить все другие. Например, если нам дана система из десяти чисел, в которой каждое из последующих вдвое больше предыдущего, то одного числа из этой системы достаточно, чтобы определить все остальные. Другой крайний случай дает возможность определения лишь одного элемента на основе данного системообразующего отношения. Примером недетерминирующей системы является толпа.

Детерминируемость отличается от регенеративности. В случае регенеративности речь идет о восстановлении

¹²² См. Месарович М., Мако Д., Такахага И. Теория иерархических многоуровневых систем. М., 1973.

системы в целом, при детерминируемости – об определении отдельных ее элементов. Не всякая детерминирующая система является одновременно регенеративной. Так, для ряда биологических систем утрата одного из парных симметричных органов, например глаза или легкого, реально непоправима, т.е. относительно этих элементов они представляют собой нерегенеративную систему, но сам отсутствующий элемент определяем на основании имеющихся; в этом смысле данная система является детерминирующей.

В свою очередь не всякая регенеративная система является одновременно детерминирующей. Иначе говоря, система может восстанавливать свои элементы даже в том случае, если они не predetermined имеющимися. Например, потерянная игрушка как элемент системы может быть возвращена ребенку взрослыми, и в этом смысле элемент системы «игрушка – ребенок» восстановим «независимо от predeterminedности свойств этой игрушки ребенком.

$$\{(\mathcal{A})\text{Детерминирующая система}\} =_{\text{def}} \{[\mathcal{A}((\mathcal{A}))]t \bullet [\mathcal{A}(\mathcal{A}) \rightarrow \mathcal{A}(\mathcal{A})']\}.$$

Параметр № 9 – центрированность. Среди всех элементов системы может быть такой элемент, что отношение между любыми другими элементами системы может быть установлено лишь с помощью отношения к этому центральному элементу. Такие системы можно называть системами с внутренним центром. Могут существовать и системы с внешним центром. В этом случае центральный элемент, опосредующий отношения между элементами системы, находится вне системы. Системы первого типа можно назвать внутренне центрированными, а второго – внешне центрированными. Примером внутренне центрированной системы является система «человек – машина» в том случае, когда взаимодействие между элементами машины может совершаться только с помощью человека, т.е. машина ни в какой мере не является автоматом. Если же в качестве системы будет рассматриваться лишь машина вне управляющего ею человека, то такая система – внешне центрированная. Большинство систем, с которыми мы имеем дело, не относится к классу центрированных. Между этими типами могут существовать промежуточные виды тогда, когда имеется не один центральный элемент, а

целая группа таких элементов, например, когда машиной управляют несколько человек. Необходимо отметить, что далеко не всякая система типа «человек – машина» является центрированной, не говоря уже о том, что всякая машина обычно является в какой-то мере автоматизированной.

Различие между центрированными и нецентрированными системами проводил А. Богданов, который писал об особых централистических системах типа Солнечной системы или атома. Однако наше деление не совсем совпадает с богдановским, поскольку имеет более формальный характер. В частности, Солнечная система, по нашему критерию, не относится к классу центрированных, поскольку, хотя Солнце и «является по преимуществу определяющим для движений и соотношений других частей и целого»¹²³, планеты гравитационно взаимодействуют без помощи Солнца так, как будто бы никакого Солнца не существует, ибо, согласно закону Ньютона, сила гравитационного взаимодействия определяется только массой взаимодействующих тел и квадратом расстояния между ними.

Формальное определение центрированности в нашем языке может быть выражено следующим образом:

$$\{(\mathcal{A})\text{Центрированная система}\} =_{\text{def}}$$

$$\{[\mathcal{A}((\mathcal{A}))]t \bullet \mathcal{A}[[\mathcal{A}][(\overline{\mathcal{A}})\mathcal{A}']]\}.$$

В больших квадратных скобках выражена реализуемость системообразующего отношения \mathcal{A} на субстрате, являющемся результатом реистического синтеза некоего объекта \mathcal{A} (центра) и любой части субстрата \mathcal{A} , обладающего свойством быть отличным от \mathcal{A} . Это определение относится к центрированным системам вообще.

В зависимости от того, будет ли \mathcal{A} входить или не входить в субстрат системы \mathcal{A} , получаем внутреннюю или соответственно внешнюю центрированность.

$$\{(\mathcal{A})\text{Внутрицентрированная система}\} =_{\text{def}}$$

$$=_{\text{def}} \{[\mathcal{A}((\mathcal{A}))]t \bullet \mathcal{A}[[\mathcal{A}][(\overline{\mathcal{A}})\mathcal{A}']]\}.$$

$$\{(\mathcal{A})\text{Внешицентрированная система}\} =_{\text{def}}$$

$$=_{\text{def}} \{[\mathcal{A}((\mathcal{A}))]t \bullet \mathcal{A}(\mathcal{A} \bullet \overline{\mathcal{A}})\}.$$

¹²³ Богданов А. Всеобщая организационная наука (Тектология), Ч.1.М.-Л., 1925, с 35.

К этому же типу относится *параметр № 10*, выделяющий *одно- и многослойные системы*. В одних случаях все элементы системы могут быть разбиты на группы с одинаковыми компонентами системообразующего отношения. Такие группы можно назвать «слоями» системы. Например, множество родственников можно разбить на семьи, каждая из которых будет представлять такой «слой». В том случае, когда в качестве компоненты системообразующего отношения можно считать отношение того или иного типа однородности, в каждый «слой» попадут однородные в данном отношении элементы. Таким образом может быть получена, например, классовая структура общества.

Формальное определение:

$$\{(\imath A) \text{ Многослойная система} \} =_{def} \\ =_{def} \{ [\imath a((\imath A))] t \bullet \imath(\imath \check{a}) [(\imath \check{a})] \bullet \imath(\imath \check{a})' [\imath \check{A}] \}.$$

Здесь круглые скобки перед квадратными выражают отношения, так же как и символ без скобок перед символом в круглых скобках.

Выше подчеркивалась важность при классификации систем различения внутренних и внешних отношений. Это различие можно положить в основу определения значения особого системного *параметра (№ 11)*. Системообразующее отношение может быть внутренним или внешним по отношению к своим коррелятам. В соответствии с этим можно различать два типа систем. В том случае, когда отношение определяется самой природой соотносящихся объектов, мы будем иметь *внутреннюю систему*. Например, внутренней будет система чисел в последовательности натурального ряда: 1, 2, 3, 4... где системообразующим отношением будет отношение непосредственно «следовать за». В противоположность этому, система, образуемая супружеской парой, будет представлять собой *внешнюю систему*, ибо из самой природы двух людей отнюдь не следует, что они должны находиться в супружестве. Формальное определение внутренней системы очень просто:

$$\{(\imath A) \text{ Внутренняя система} \} =_{def} \{ [\imath a((\imath A))] t \bullet [\imath A \rightarrow \imath a(\imath A)] \}.$$

Итак, мы закончили рассмотрение группы параметров, относящихся к дифференциации отношений на субстрате. Иной характер имеет *параметр первичности*

(№ 12). Этот параметр определяет специфику отношения системообразующего отношения к своему концепту t . Следует выделить два случая, определяющие два значения этого параметра. В одном из них системообразующее отношение обладает свойством t само по себе. Свойство t здесь является внутренним для него, поэтому \mathcal{A} является системой, поскольку в ней обнаруживается данное отношение. Его наличия достаточно, чтобы \mathcal{A} представляло собой систему.

В другом случае t не является внутренним для отношения. Но это отношение может приобрести свойство t , и тогда вещи \mathcal{A} становятся системой, несмотря на то, что отношения между ними не изменились.

Первый из рассмотренных выше случаев определяет класс систем, которые можно назвать первичными, второй – класс систем, которые мы назовем вторичными. Примером первичной системы могут служить шахматные фигуры, расположенные на доске в исходном положении, согласно принятым правилам. Как только фигуры будут находиться в определенном отношении, они образуют систему.

Вторичная система образуется на основе отношения, реализованного в тех или иных коррелятах еще до образования данной системы. Система образуется в результате того, что в ее элементах данное отношение приобретает новое свойство t , которое является системообразующим. Рассмотрим такой пример. Пусть на столе разбросаны книги и бумаги. Здесь нет никакой системы, один хаос, ибо то отношение, которое имелось между книгами и бумагами, само по себе системы не образует. Но допустим, что в комнате совершено преступление. Тогда для следователя, прибывшего на место преступления, отношение между книгами стало бы системообразующим, так как оно приобрело бы свойство содержать информацию, которая может быть использована для раскрытия преступления.

Формально определение первичной системы достаточно просто:

$$\{(\mathcal{A})\text{Первичная система}\} =_{def} \{[\mathcal{A}((\mathcal{A}))]t \bullet [\mathcal{A} \rightarrow (\mathcal{A})t]\}.$$

Много параметров связано с шестой строчкой классификационной таблицы, фиксируемой символом R, m . Модификации, дифференцируемые параметрами этого типа, должны относиться одновременно к R , и к m .

Эти параметры имеют особое значение, поскольку позволяют дать общесистемную интерпретацию ряду очень важных понятий, получивших широкое распространение в качестве общесистемных, но в действительности общесистемными не являющихся.

Так, центральным в «Общей теории систем» Л. Берталанфи является понятие «открытой» системы. Однако открытость и закрытость, как они обычно определяются в литературе, не представляют собой общесистемного параметра. В самом деле, если под открытыми системами понимать те, которые обмениваются с окружающей средой энергией, но не обмениваются веществом, как это считает Берталанфи, то такое понятие будет иметь скорее физический, чем общесистемный характер. Его использование имеет смысл только там, где применимы физические понятия вещества и энергии, ибо нелепо спрашивать, какой энергией или веществом обмениваются с окружающей средой натуральный ряд чисел или система определений.

Общесистемные характеристики объектов, названные нами системными параметрами, применимы к любому объекту, рассматриваемому в качестве системы. Так можно сформулировать ряд системных параметров, значения которых вместе дадут общесистемную экспликацию понятий открытой и закрытой систем.

Прежде всего, сюда относится *параметр завершенности* (№ 13). Завершенные системы не допускают присоединения новых подсистем без того, чтобы система превратилась в другую систему. К незавершенным системам возможно присоединение каких-либо дополнительных подсистем. Очевидно, что система сторон треугольника будет в указанном смысле завершенной, ибо добавление новой стороны превратило бы треугольник в нечто иное, а предприятие – незавершенная система, поскольку допускает прибавление новых складов, станков и т.д. Поскольку значения указанного параметра относятся к субстрату, назовем его субстратной завершенностью (13a).

Можно использовать в качестве синонима также термин «субстратная открытость». Формальное определение субстратно открытой системы таково:

$$\{(1A) \text{Субстратнооткрытая (незавершенная) система}\} =_{\text{def}} \\ =_{\text{def}} \{[1a((1A))]t \bullet [1a(1A^{\Delta})]\}.$$

Символ $\overset{\Delta}{\mathcal{A}}$ обозначает «надпредмет» A , т.е. реистический синтез \mathcal{A} со своим диспаратом: $\overset{\Delta}{\mathcal{A}} =_{\text{def}} \mathcal{A} \bullet \overset{\circ}{\mathcal{A}}$.

Субстратная незавершенность представляет собой лишь один из аспектов открытости системы. Другим аспектом будет *структурная незавершенность* или *структурная открытость систем* (136). Для того чтобы ввести соответствующий параметр, обратимся к введенному ранее понятию незавершенного отношения. Начнем с примера. Если нам сообщат, что одно предприятие Министерства энергетики находится южнее другого, то расположение их понятно для нас. Если же информация будет о том, что одно из них находится справа от другого, то она будет содержать в себе момент неопределенности, ибо не ясно, с какой стороны смотреть – из окон министерства или же из окон соответствующего главка. Отношение «правее» только по видимости двухместное, на самом же деле оно трехместное, и если не указывается третий элемент, то отношение является недостаточно определенным, незаконченным, незавершенным. Незавершенное отношение может быть лишь в качестве составного элемента другого, завершенного отношения.

Формальное определение незавершенного отношения можно дать следующим образом:

$$\{(\mathcal{A})\text{Незавершенное отношение}\} =_{\text{def}} \{[\mathcal{A}((\mathcal{A}))] \rightarrow [\overset{\Delta}{\mathcal{A}}((\mathcal{A}))]\}.$$

Структурно открытая система определяется как такая система, системообразующее отношение которой является незавершенным.

$$\{(\mathcal{A})\text{Структурно открытая система}\} =_{\text{def}} \{[\mathcal{A}((\mathcal{A}))t \rightarrow [\overset{\Delta}{\mathcal{A}}((\mathcal{A}))]\}.$$

Третий аспект открытости связан с системным параметром *имманентности* (№ 14). Имманентные системы имеют такое системообразующее отношение, которое охватывает элементы только данной системы. В неимманентной системе системообразующее отношение охватывает также элементы, выходящие за рамки данной системы. Например, система, которую образует

футбольная команда во время игры, образована отношением, охватывающим не только данную команду, но и ее противника. Тем не менее противники не входят в описок футболистов данной команды. Напротив, система, состоящая из супружеской пары, является имманентной. Система «племянник – дядя» не является имманентной, поскольку образующее отношение охватывает еще один элемент, являющийся отцом племянника и братом дяди, который, тем не менее, выходит за границы рассматриваемой системы.

Формализуем эти определения следующим образом:

$$\{(\iota A) \text{Неимманентная система}\} =_{\text{def}} \{[\iota a((\iota A))]t \rightarrow [\iota \overset{\Delta}{a}((\iota \overset{\Delta}{A}))]\}.$$

$$\{(\iota A) \text{Имманентная система}\} =_{\text{def}} \{[L \iota a((L \iota A))]t$$

В отличие от введенного выше понятия структурно открытой системы, которое, вообще говоря, не предполагает незавершенности субстрата, неимманентность системы означает, что для понимания ее функционирования необходимо принять во внимание объекты, находящиеся вне субстрата этой системы.

Параметром, противоположным по своему характеру субстратной завершенности – незавершенности, является *минимальность – неминимальность* (№ 15). Минимальной системой будет называться система, которая уничтожается при уничтожении любой ее подсистемы. Неминимальной будет соответственно система, допускающая удаление каких-либо своих подсистем. Этот параметр отличается от параметра всецелонадежности. Здесь речь идет о сохранении системы при удалении подсистем, там – при сохранении хотя бы одной подсистемы. Примером неминимальной системы может быть предприятие, минимальной – математическое уравнение. Формальное выражение определения неминимальной системы может быть осуществлено гораздо проще, чем определение минимальной, поскольку, имея субстрат системы со всеми элементами, мы тем самым имеем и часть этих элементов с тем же отношением в отличие от обратного случая.

$$\{(\iota A) \text{Неминимальная система}\} =_{\text{def}} \{[\iota a((\iota A))]t \bullet [\iota a(\iota \overset{\cup}{A})]\}.$$

Как известно, в литературе введено понятие *уникальной системы*, т.е. такой, системообразующее отношение которой может быть реализовано только на одном субстрате¹²⁴. Они выделяются на основе *параметра № 16*. Творения великих мастеров Бенвенуто Челлини, Леонардо да Винчи и других, по-видимому, являются уникальными системами, ибо любое сколь угодно искусное воспроизведение их системообразующего отношения на ином субстрате рассматривается как подделка. Если каждый человек – уникальная система, то идея Н. Винера о передаче информации о его структуре в иные миры и там воспроизводство его на новом субстрате становится беспочвенной даже в качестве сугубо фантастической.

Противоположным значением рассматриваемого параметра будет соответственно неуникальность систем. Системообразующее отношение неуникальной системы реализуется и на ином субстрате.

Формальное выражение уникальности будет иметь следующий вид:

$$\{(\imath A) \text{ Уникальная система} \} =_{\text{def}} \{ [\imath a((\imath A))] t \bullet (\imath a \rightarrow (L \imath A)) \}.$$

$$\{(\imath A) \text{ Неуникальная система} \} =_{\text{def}} \{ [\imath a((\imath A))] t \bullet [\imath a(\imath A')] \}.$$

Рассмотрим еще параметры, относящиеся к соотношению между структурой и субстратом. Очень важен параметр, делящий *системы* на *стабильные* и *нестабильные* (№ 17). Стабильные системы допускают те или иные изменения структуры системы без разрушения системы в целом. При этом свойство *t* предполагается неизменным, поскольку его изменение означало бы преобразование системы по определению. Речь идет об изменениях отношения, которые в данной системе могут быть такими, что не приводят к утрате свойства *t*. Стабильными системами являются, например, море, народное хозяйство.

Нестабильные системы не допускают каких-либо изменений структуры системы без разрушения целого. Примером может быть любая геометрическая фигура.

Дадим формальное определение стабильной системы с помощью йота-операторов, указывающих на сохране-

¹²⁴ См. Бердников В.Ф. и др. До проблеми чіткості та унікально-сті систем. – «Філософські проблеми сучасного природознавства», вып. 34. Київ, 1974.

ние системы, несмотря на наличие изменения структуры:

$$\{(\mathbf{1}A) \text{ Стабильная система} \} =_{\text{def}} \{ \mathbf{1} \{ [\mathbf{1}a((\mathbf{1}A))]t \} \bullet \mathbf{1} \{ [\mathbf{1}a'((\mathbf{1}A))]t \} \}.$$

С параметром стабильности сопоставим *параметр стационарности* (№ 18) как параметр, выражающий обратное отношение – субстрата к структуре. В стационарной системе системные характеристики сохраняются при изменении субстрата. Например, любой живой организм как система клеток будет относиться к этому типу. Противоположный тип систем предполагает обязательное изменение системных характеристик в зависимости от изменения элементов. Используя дополнительные характеристики изменений элементов, можно получить дальнейшее подразделение указанных типов систем. Стационарность в нашем смысле отличается от определенной выше стабильности тем, что первая относится к устойчивости системы при изменении ее субстрата, а вторая – к устойчивости при изменении структуры.

Следующий параметр (№ 19) относится одновременно как к концепту, так и к структуре и субстрату системы, т.е. к системному представлению в целом. Этот параметр делит системы на *сильные и слабые*.

Вещи, образующие систему, всегда в той или иной мере меняются, включаясь в ее состав. Однако мера этого изменения может быть весьма различной. На практике легко различаются случаи, когда мера зависимости частей от целого является значительной или такой, которой можно пренебречь. Когда вхождение в состав системы существенным образом изменяет вещи, ставшие ее элементами, мы имеем пример сильной системы, в противоположном случае – слабой системы. Характерным для современной физики примером сильной системы является α -частица, протоны и нейтроны в которой обладают иными свойствами, чем в свободном состоянии. Мерой силы системы в данном случае является точный количественный показатель – дефект массы. Слабой же системой является, например, куча зерен или камней, однако лишь до определенного предела. Вопрос о том, какие из указанных случаев (сильные или слабые системы) являются типичными для нашего мира, – су-

щественная методологическая проблема. Диалектика всегда подчеркивала принципиальную важность сильных систем. Однако нередко встречаются и такие системы, которые не оказывают существенного влияния на свои элементы.

Формальное определение сильной системы может быть дано с помощью оператора абстракции. Изолируемый символ, абстрагированный от других, помещается между вертикальными черточками.

$$\{(\mathcal{A})\text{Сильная система}\} =_{\text{def}} \{[a(|\mathcal{A}|)]t \rightarrow \mathcal{A}\}.$$

Несколько особняком стоят параметры, связанные непосредственно не с отношениями в субстрате, а с отношением между свойствами субстрата (пятая колонка классификационной таблицы). Сюда относится параметр, делящий системы на *элементноавтономные* и *элементнонеавтономные* (№ 20). В системах первого типа каждому элементу присущи основные характеристики системы в целом. Например, каждому тральщику, входящему в состав отряда тральщиков, присущи свойства этого отряда, т.е. способность очищения акватории от мин. Существование таких систем свидетельствует о неточности противопоставления частей системы и ее элементов по способности обладать характеристиками системы в целом¹²⁵.

Элементнонеавтономные системы составляют весьма обширный класс систем. Очевидно, что, например, карбюратор, являющийся элементом автомобиля, не обладает свойствами автомобиля в целом.

Дадим формальное определение:

$$\{(\mathcal{A})\text{Элементноавтономная система}\} =_{\text{def}} \\ =_{\text{def}} \{ \{ [a((\mathcal{A}))]t \} \{ [(\mathcal{A}))\mathcal{A}] \rightarrow [(\mathcal{A})\mathcal{A}] \} \}.$$

Следующий параметр относится не к сопоставлению свойств элементов и системы в целом, а к сопоставлению свойств элементов друг с другом. По этому параметру различаются *гомогенные* и *гетерогенные* системы (№ 21). Первые состоят из однородных элементов, вторые— из разнородных. В тех случаях, когда система

¹²⁵ См.: Дмитревська та інші. Системи і методи їх досліджень. Ювілейна наукова сесія, присвячена 100-річчю Одеського державного університету. Суспільні, історичні та юридичні науки. Тези доповідей. Одеса, 1965

представляет собой однородное в качественном отношении целое, ее гомогенность будет означать соответствующую однородность элементов. В качестве примера гомогенной системы можно привести кучу песка, а гетерогенной – часы. Предельным случаем гетерогенности будет всецелогетерогенная система, все элементы которой разнородны. Примером такой системы является схема определения понятия системы, в которую входят элементы «вещь», «свойство» и «отношение».

Формальное определение первой можно дать следующим образом:

$$\{(1A)\text{Субстратно-гомогенная система}\} =_{\text{def}} \\ =_{\text{def}} \{[1a((1A))]t \bullet [(1\bar{A})]1a[(1\bar{A})1a]\}.$$

Словесно: если любая «подсистема» субстрата обладает каким-то свойством, то оно найдется и у любой (в том числе и другой) подсистемы.

Конечно, какие-то свойства элементов системы могут быть различны, но это те свойства, которые их характеризуют не в качестве элементов системы. Например, как элементы газа молекулы неразличимы, хотя, возможно, какие-то различия между молекулами газа и имеются. По нашему мнению, от субстратной следует отличить *гомогенность и гетерогенность как однородность или разнородность функционирования системы (параметр № 22)*. Функционирование можно понять как отношение к какому-то объекту, в частности к среде.

$$\{(1A)\text{Функционально-гомогенная система}\} =_{\text{def}} \\ =_{\text{def}} \{[1a((1A))]t\} \{1\bar{A}\} 1[1a((1A))] \{1\bar{A}\} 1[1a((1A))].$$

Здесь квадратные скобки после фигурных выражают свойства объектов, заключенных в фигурные скобки.

Параметр № 23 выделяет *циклические и нециклические системы*. Следует различать цикличность элементов (№23а) и системообразующих отношений (№23б). В первом случае мы имеем субстратно-циклические системы, в которых происходят изменения свойств элементов, подчиняющиеся определенному периодическому закону. В других случаях такого закона нет. Вопрос о наличии или отсутствии периодичности в изменении свойств субстрата не всегда является простым; он требует анализа понятия случайного процесса. В качестве примера

субстратно-циклической системы можно привести лиственное дерево, периодически меняющее число своих элементов – листьев, а структурно-циклической – циферблат часов, на котором периодически повторяются отношения между стрелками и знаками на циферблате.

Теоретически важен вопрос о том, какие системы – циклические или нециклические – являются более фундаментальными. Известный болгарский философ А. Поликаров фундаментальными считает циклические системы¹²⁶. На наш взгляд, этот вывод недостаточно обоснован¹²⁷. Конечно, цикличность не обязательно должна пониматься только как изменение во времени. Цикличность может быть отнесена также к пространству и т.п. Так, орнамент представляет собой пример циклической системы, развернутой в пространстве.

Следующий *параметр* (№ 24), используя понятие числа, делит все системы на *цепные* и *нецепные*. Под цепной системой мы понимаем такую, системообразующее отношение в которой соотносит каждый элемент не более чем с двумя другими элементами. В предельном случае цепная система является замкнутой, когда элемент соотносится непосредственно с двумя, и только двумя, другими элементами. В качестве примера можно привести обыкновенную цепь с несоединенными и соединенными конечными звеньями.

Наше рассмотрение атрибутивных системных параметров мы завершим еще двумя параметрами. Один из них связан с делением отношений на *частичные* и *полные* (№ 25). В первом случае отношение установлено не по всем свойствам элементов системы, а лишь по некоторым. Большинство систем именно таково. Например, футбольная команда, артиллерийский расчет и т.д. Для того отношения, которое объединяет людей в футбольную команду, многие свойства людей совершенно несущественны. Такие системы мы назовем частичными. Вместе с этим встречаются и случаи, когда фундаментальным отношением является отношение, установленное по всем свойствам соотносящихся объектов, разумеется в той мере, в какой они могут быть учтены. Такую систему мы называем полной. Например, такой

¹²⁶ Поликаров А. Диалектическият материализъм и съвременната физика. София, 1950.

¹²⁷ См.: Уемов А.И. Необратимость времени. – Совещание заведующих кафедрами общественных наук вузов РСФСР. М., 1960.

системой является система «мать – ребенок», поскольку системообразующее отношение в данном случае установлено между объектами «в целом» в многообразии их свойств.

Дадим следующее формальное определение:

$$\{(\mathfrak{A})\text{Полная система}\} =_{\text{def}} \{ \{ [\mathfrak{A}((\mathfrak{A}))]t \} \{ \mathfrak{A}(\mathfrak{A}) \rightarrow \mathfrak{A}[(\mathfrak{A})]A \} \} \}.$$

Смысл второй скобки дефиниенса в том, что системообразующее отношение охватывает любые свойства элементов субстрата.

Последний параметр (№ 26) делит все системы на *вариативные* и *невариативные*. Невариативными мы будем называть системы, любое отношение в которых тождественно системообразующему, т.е. обладающему свойством t . В вариативных системах, наоборот, имеют место не только системообразующие, а иные, несистемообразующие отношения – не обладающие t . Применительно к таким системам имеет смысл введение общесистемного понятия состояния. В том случае, когда нам удастся упорядочить множество состояний (в частности, во времени), мы получаем обычное понятие состояния. В качестве примера невариативной системы можно привести абстрактное понятие треугольника, а вариативной – треугольник, нарисованный на доске, в качестве иллюстрации абстрактного понятия.

Определения вариативной и невариативной системы достаточно адекватно передаются следующими выражениями:

$$\{(\mathfrak{A})\text{Вариативная система}\} =_{\text{def}} \{ [\mathfrak{A}((\mathfrak{A}))]t \bullet [\mathfrak{A}'(\mathfrak{A}))]t' \}.$$

$$\{(\mathfrak{A})\text{Невариативная система}\} =_{\text{def}} \{ [La((\mathfrak{A}))]t \}.$$

Заканчивая рассмотрение атрибутивных системных параметров, следует отметить, что выделение их опирается на то определение понятия системы, которое выше было получено на основе реляционного обобщения определений, даваемых различными авторами. Те авторы, которые не принимают этого определения и применяют описанный выше метод отбрасывания ряда определений, естественно, имеют в виду под системой нечто совсем иное, чем то, что понимается под системой в данной книге. Поэтому, будучи последовательными,

они не должны принимать и предложенных атрибутивных параметров в качестве системных характеристик. Они должны быть у них совсем иными, не «гносеологическими», т.е. исключаящимися из сферы методологии познания. Это могут быть, например, специальные свойства биологических систем. Мы не отрицаем важности изучения таких свойств, но этим делом должны заниматься биологи, а не общая теория систем, не методология науки.

Изложенный же нами подход может быть охарактеризован как методологический, или логико-теоретический. Преимущество такого подхода, с нашей точки зрения, в том, что он позволяет выделить все возможные виды систем и затем интерпретировать их как реально существующие и практически значимые системные объекты¹²⁸.

Созданная на базе рассмотренных выше системных параметров теория существенно отличается от общей теории систем Берталанфи. Суть этого отличия «заключается в особом эмпирическом базисе, основу которого составляет исследование системных параметров. Установление прочных связей между системными параметрами переводит системное исследование из эмпирической сферы в теоретическую»¹²⁹.

Каким же образом могут быть установлены связи между системными параметрами? Ответ на этот вопрос мы дадим в следующей главе.

¹²⁸ См.: *Гладких Б.А.* и др. Основы системного подхода. Томск, 1976, с 19.

¹²⁹ *Садовский В.Н.* Основания общей теории систем, с 189–190.

ЭМПИРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УСТАНОВЛЕНИЯ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ БИНАРНЫМИ АТРИБУТИВНЫМИ СИСТЕМНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ АТРИБУТИВНЫХ СИСТЕМНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА КОНКРЕТНЫХ ОБЪЕКТАХ

Выяснить значение системного параметра, которым обладает конкретный объект, – это значит установить, к какому типу систем относится данный объект, рассматриваемый в качестве системы. Поскольку каждый объект может быть рассмотрен в качестве системы различным способом, указание на объект не определяет однозначно значение системного параметра. Поэтому, прежде чем определить значение системного параметра для данной системы, необходимо иметь четкое системное представление об объекте и в дальнейшем относить значение системного параметра именно к этому представлению. Лишь после того как система полностью установлена, можно приступить к выяснению ее типа, т.е. определению значения соответствующего системного параметра.

В практике решения первой части проблемы возможны два случая: 1) у нас может быть заранее конкретно-научная модель объекта, представленного в виде системы; 2) и может иметь место случай, когда такая модель первоначально отсутствует.

В первом случае значение бинарных системных параметров, как правило, определяется сравнительно просто. Так, зная хотя бы в общих чертах, как устроен автомобиль, мы можем быть уверенными в том, что это, скажем, гетерогенная – по субстрату и по отношениям – система, что она не является минимальной и т.д. В более сложных случаях необходимо установление соотношений между конкретными свойствами объектов и

системными параметрами. В качестве примера уже установленных связей можно привести связь между различными свойствами жидких кристаллов (мезоморфных состояний тел) и системно-параметрическими характеристиками их моделей.

Методика определения связи между конкретными свойствами объектов и системными параметрами может быть различной для разных предметных областей. Однако существуют и общие моменты, которые могут быть предметом теоретико-системного исследования. Для выяснения того, какое значение интересующего нас системного параметра характеризует данную систему, можно пользоваться известными в науке методами исследования, такими, например, как эксперимент (мысленный и реальный), выводы по аналогии, индукция и дедукция.

Мысленный эксперимент применим в том случае, когда известна конкретно-научная модель объекта. В этом случае можно производить над системой четыре типа операций добавление элементов, убавление элементов, их перестановку, замену элементов системы на элементы среды¹³⁰. Например, можно поставить вопрос сохранится ли завод как система, если в него добавить еще один станок или заменить один станок другим? В этом случае не будет необходимости в проведении реального эксперимента.

Однако такая необходимость возникает лишь в том случае, если знаний о системе недостаточно. Тогда указанные выше четыре операции должны быть проделаны в процессе реальных экспериментов над системами. Специфика такого эксперимента в том, что он, в отличие, скажем, от физического или химического, связан с выяснением сохранения или разрушения системы как целого. Вопрос о критериях сохранения системы при изменении ее состояний и ее разрушении достаточно сложен.

Реальный эксперимент над системами с целью определения характеризующих их значений системных параметров может быть осуществлен и путем помещения системы в такие условия, когда различия между значениями системных параметров станут более заметными. Например, для выяснения того, является ли молоко гомогенной системой, его можно поместить в центрифугу.

¹³⁰ См *Богданович В И* Формальная типология системных параметров – «Системный метод и современная наука», вып 1.

Характер требуемого эксперимента зависит, по-видимому, от системно-теоретической характеристики параметра, значение которого определяется. Такая характеристика выражается соответствующей строкой и колонкой нашей классификационной таблицы. Так, параметры, связанные с отношением структуры к субстрату, такие, как, например, имманентность, для определения своих значений требуют включения системы в более широкое отношение или же декомпозиции отношений, т.е. операций над структурами. Параметры, представляющие собой отношение субстрата к структуре, требуют тех или иных модификаций субстратов и т.д.

В том случае, когда у нас уже есть система с определенными значениями системных параметров, для определения их значений перспективным является использование выводов по аналогии. Так, если вывод по аналогии устанавливает тождество отношений в обеих системах, то это будет тем самым означать, что все значения системных параметров, определяемые структурой, будут одинаковыми в обеих системах. Например, если одна система будет цепной, то и другая, аналогичная ей, будет цепной, одна – центрированной, то и другая – центрированной, одна – элементарной (не иерархичной), то и другая – элементарной и т.д.

Различные формы выводов по аналогии при переходе от модели к прототипу оставляют инвариантными значения тех или иных параметров.

Методы индуктивного исследования также находят широкое применение при определении значений системных параметров. Например, гомогенность системы может быть определена с помощью индукции. Если непосредственно исследованные подсистемы этой системы оказались гомогенными, то можно сделать вывод о гомогенности субстрата системы в целом. Разумеется, такой вывод не будет вполне достоверным, ибо не будет исключена возможность того, что гетерогенность имеет место в неисследованных частях системы. Опасность этого тем больше, чем более обширна система.

Поскольку индуктивные выводы рассмотренного типа не вполне достоверны, существуют методы, позволяющие повысить степень их правдоподобия. Они могут быть использованы и при определении значений системных параметров на конкретных системах. В некоторых случаях, при выполнении определенных условий, осо-

бых для каждого параметра, индуктивный вывод от подсистем к системе в целом может быть вполне достоверным. Так, обнаружив гетерогенность в подсистеме, мы можем распространить значение этого параметра на систему в целом.

Рассмотрим теперь возможность применения дедуктивных методов для определения значений системных параметров. Для пояснения воспользуемся аналогией. В геометрии, например, непосредственно измеряется очень ограниченное число величин. В основном это углы и некоторые (базовые) расстояния. Все остальное измеряется косвенно – через углы и расстояния, определяемые путем тригонометрических вычислений. Это оказывается возможным благодаря развитию теоретического аппарата геометрии, позволяющего связать различные величины друг с другом и таким образом измерять одни из них косвенно – через измерения других. Аналогичные методы используются в физике, их можно применить и в общей теории систем. Ниже будет показана возможность установления связи между системными параметрами как статистическими, так и аналитическими методами.

При этом можно поставить задачу нахождения эмпирическим путем таких, так сказать, «базовых» системных параметров, значения которых легче всего определимы. Эти параметры могли бы сыграть ту роль, которую играют углы и расстояния в геометрии в том случае, если с ними будут связаны другие параметры.

2. УСТАНОВЛЕНИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ЗНАЧЕНИЯМИ АТТРИБУТИВНЫХ БИНАРНЫХ СИСТЕМНЫХ ПАРАМЕТРОВ С ПОМОЩЬЮ ЭВМ

Как уже отмечалось, построение общей дедуктивной теории систем предполагает определенную эмпирическую основу, обобщение которой даст возможность сформулировать выявленные эмпирические результаты в виде теорем, подлежащих дедуктивному доказательству. Одним из путей такого эмпирического исследования является статистический анализ зависимостей между важнейшими характеристиками систем.

В предложенной выше общей классификации систем каждое основание деления систем на тот или иной тип

выступает как определенная характеристика системы – системный параметр. Каждая конкретная система в таком случае будет представлять собой сочетание значений системных параметров. Связь между значениями параметров может быть установлена при помощи исследования их сочетаемости в конкретных системах.

Этот процесс слишком сложен, чтобы его можно было осуществить вручную. Использование специально сконструированной для этой цели машины¹³¹ также оказалось неэффективным. В настоящее время наиболее результативно здесь применение ЭВМ.

С помощью ЭВМ изучались связи между 20 параметрами из тех 26, которые были проанализированы выше¹³² (нумерация их изменена). Это x_1 – авторегенеративность по элементам, x_2 – авторегенеративность по отношениям, x_3 – внешняя регенеративность по элементам, x_4 – внешняя регенеративность по отношениям, x_5 – имманентность, x_6 – минимальность, x_7 – стабильность по структуре, x_8 – субстратная гомогенность, x_9 – функциональная гомогенность, x_{10} – детерминированность, x_{11} – центрированность, x_{12} – всецелонадежность, x_{13} – упорядоченность, x_{14} – элементарноавтономность, x_{15} – функциональная зависимость элементов, x_{16} – сильная система, x_{17} – цепная система, x_{18} – цикличность, x_{19} – полнота системообразующего отношения, x_{20} – стационарность.

Статистической обработке подвергалось множество систем (25 серий по 400 систем в каждой). При этом мы сознательно в качестве примеров выбирали системы самых различных классов, в том числе искусственные технические системы средней сложности (станок, прибор, машина и т.д.), большой сложности (спутник, синхрофазотрон и т.д.), системы типа «человек – машина» (автоматизированные системы управления производством, информационно-поисковые системы), биологические системы, начиная от простейших и вплоть до самых сложных (клетка, живой орган, человек), социально-экономические системы (группы, производственный

¹³¹ См. Богданович В.И., Плесский Б.В., Уемов А.И. Автоматический учет корреляций между системными параметрами. – Проблемы формального анализа систем М., 1963.

¹³² См. Портов Г.Я., Уемов А.И. Исследование зависимостей между системными параметрами с помощью ЭВМ – Системные исследования. Ежегодник 1971. М., 1972.

коллектив и т.д.), а также концептуальные, теоретические системы (алгоритм, метод решения задачи, числовая последовательность, блок-схема и т.д.)- Каждая такая система рассматривалась в некотором фиксированном отношении, т.е. указывались ее системообразующие свойство, структура и субстрат. Затем строилось ее типичное описание применительно к выделенным системным параметрам x_1 – x_{20} . Например, такая система, как ЭВМ «Минск-22», описывается следующим образом: $x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 1, x_4 = 1, x_5 = 1, x_6 = 1, x_7 = 1, x_8 = 0, x_9 = 0, x_{10} = 1, x_{11} = 0, x_{12} = 0, x_{13} = 1, x_{14} = 1, x_{15} = 1, x_{16} = 1, x_{17} = 0, x_{18} = 1, x_{19} = 0, x_{20} = 1$. Здесь единицей отмечены положительные значения перечисленных системных параметров, а нулем – отрицательные. Система социального страхования описывалась так:

$x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 1, x_4 = 1, x_5 = 1, x_6 = 0, x_7 = 0, x_8 = 1, x_9 = 0, x_{10} = 0, x_{11} = 0, x_{12} = 0, x_{13} = 1, x_{14} = 0, x_{15} = 1, x_{16} = 0, x_{17} = 0, x_{18} = 0, x_{19} = 0, x_{20} = 1$.

Отсылая читателя к упомянутой выше статье и другим работам¹³³ за логико-математическими деталями проведенного исследования, приведем его результаты:

1. Системы авторегенеративные по элементам (x_1) оказались авторегенеративными и по отношениям (x_2).

2. Системы, которым присуще свойство авторегенеративности по элементам (x_1), как правило, обладают и свойством стационарности (x_{20}).

3. Системы, которым присуще свойство авторегенеративности по элементам (x_1), обладают и свойством стабильности до структуре (x_7).

4. Система, являющаяся внешнеерегенеративной по элементам (x_1), будет внешнеерегенеративной и по отношениям (x_4). Вероятность исключения (несовпадения) этих систем небольшая, она равна примерно 0,013 (в дальнейшем обозначим вероятность появления комбинации через p , а вероятность исключения – через q).

5. Очень редко встречаются системы, обладающие одновременно свойствами минимальности (x_6) и упорядоченности (x_{13}). Такая комбинация признаков встречается с вероятностью $p \approx 0,016$. То же самое следует ска-

¹³³ См *Портов Г.Я.* Определение связей между системными параметрами с применением ЭВМ – «Системный метод и современная наука», выл 1; *Портов Г.Я., Саразва I.M.* Корреляційні та логічні зв'язки між системними параметрами – «Філософські проблеми сучасного природознавства», вип.. 27 Київ, 1972.

зать и относительно параметров функциональной гомогенности (x_9) и центрированности (x_{11}).

6. Практически не существует систем, являющихся всецелонадежными (x_{12}) и одновременно центрированными (x_{11}) ($p \approx 0,007$).

7. Не существует центрированных систем (x_{11}), не обладающих одновременно свойствами упорядоченности (x_{13}) или функциональной зависимости элементов (x_{15}).

8. Не оказалось центрированных систем (x_{11}), не обладающих свойством стационарности (x_{20}) ($p \approx 0,008$).

9. Крайне редко встречаются системы ($p \approx 0,013$), которые обладали бы одновременно авторегенеративностью по элементам (x_1) и были бы цепными (x_{17}).

10. Системы, не обладающие свойством внешней регенеративности по элементам (x_{13}), как правило, не обладают и всецелонадежностью (x_{12}) ($q \approx 0,019$). Аналогичные утверждения справедливы для детерминированных (x_{10}) и всецелонадежных систем (x_{12}) ($q \approx 0,014$), детерминированных (x_{10}) и центрированных систем (x_{11}) ($q \approx 0,01$).

11. Системы, не обладающие свойством стабильности по структуре (x_7), но обладающие свойством всецелонадежности (x_{12}), встречаются очень редко ($p \approx 0,016$); также сравнительно ($p \approx 0,011$) редко встречаются системы, обладающие всецелонадежностью, но нестационарные (x_{20}).

12. Если система минимальная (x_6), то она не является всецелонадежной (x_{12}), и, наоборот, всякая всецелонадежная система неминимальна ($q \approx 0,016$).

13. Как правило, система обладает либо свойством авторегенеративности по отношениям (x_2), либо внешней регенеративностью по отношениям (x_4) ($q \approx 0,07$).

14. Всякая авторегенеративная по отношениям система, как правило, стабильна по структуре (x_7) ($q \approx 0,032$).

15. Система, обладающая свойством авторегенеративности по отношениям (x_2), обладает свойствами элементарной автономности (x_{14}), стационарности (x_{20}) и функциональной зависимости элементов (x_{15}) (q соответственно равно 0,07, 0,022 и 0,069).

16. Система, не обладающая свойством авторегенеративности по элементам (x_1), не обладает субстратной или функциональной гомогенностью (x_8, x_9) (q – соответственно 0,059 и 0,065).

17. Всякая неимманентная система (x_5), как правило, не является субстратногомогенной (x_8) ($q \approx 0,038$) или функционально гомогенной (x_9) ($q \approx 0,044$). Аналогичное утверждение справедливо для неимманентности и всецелонадежности (x_{12}) ($q \approx 0,026$), неимманентности и центрированности (x_{11}) ($q \approx 0,029$), неимманентности и свойства системы быть цепной (x_{17}) или цикличной (x_{18}).

18. Не существует систем нестабильных по структуре (x_7) и всецелонадежных (x_{12}) ($q \approx 0,016$).

19. Центрированные системы (x_{11}) редко бывают одновременно и цепными (x_{17}) ($q \approx 0,022$)

20. Редко встречаются цепные системы (x_{17}), у которых не все элементы функционально зависимы (x_{15}) ($q \approx 0,022$).

21. Всякая цепная система (x_{17}), как правило, не может обладать свойством стационарности (x_{20}) ($q \approx 0,025$). Аналогично редко встречается комбинация цикличности (x_{18}) и нестационарности (x_{20}) ($p \approx 0,047$), свойства частичности системообразующего отношения (x_{19}) совместно с нестационарностью (x_{20}) ($p \approx 0,038$).

Мы пытались устанавливать и закономерности при сопоставлении по три системных параметра. Результаты оказались следующими:

22. Не существует систем, обладающих свойством авторегенеративности по элементам (x_1) и не обладающих одновременно свойствами авторегенеративности по отношениям (x_2) и внешней регенеративности по элементам (x_3) либо не обладающих авторегенеративностью по отношениям и внешней регенеративностью по отношениям (x_4)

23. Не оказалось систем, авторегенеративных по элементам (x_1), не обладающих авторегенеративностью по отношениям (x_2) и стабильных по структуре (x_7).

24. Системы, неавторегенеративные по элементам (x_1) и отношениям (x_2), в большинстве случаев являются невсецелонадежными (x_{12}) ($p \approx 0,67$).

25. Не существует систем, обладающих одновременно авторегенеративностью по элементам (x_1), неимманентных (x_5) и нестабильных по структуре (x_7).

26. Крайне редко встречаются системы, одновременно авторегенеративные по элементам (x_1), минимальные (x_6) и субстратно гомогенные (x_8), ($p \approx 0,001$); то же самое справедливо для признака функциональной гомоген-

ности (x_9), вероятность появления которого вместе с минимальностью и авторегенеративностью равна 0,002.

27. Системы, авторегенеративные по элементам (x_1), нестабильные по структуре (x_7) и функционально гомогенные (x_9), встречаются редко ($p \approx 0,002$); то же самое справедливо, если вместо функциональной гомогенности взять признаки детерминированности (x_{10}) или центрированности (x_{11}) (p соответственно равно 0,008, 0,001).

28. Не существует систем, обладающих авторегенеративностью по элементам (x_1), функционально негомогенных (x_9) и нестационарных (x_{20}), авторегенеративных по элементам (x_1), центрированных (x_{11}) и всецелонадежных одновременно (x_{12}) ($p \approx 0,001$), авторегенеративных, центрированных и слабых (x_{16}), авторегенеративных, центрированных и нестационарных (x_{20}). Перечисление таких закономерностей можно продолжить.

Анализируя комбинации из четырех признаков, можно также сформулировать некоторые зависимости. Корреляционные связи в этом случае мы не определяли ввиду трудоемкости их расчетов. Достоверность выявленных связей проверялась на основе ранее установленных связей для комбинаций из двух и трех признаков. В дальнейшем мы будем рассматривать не структуру всей комбинации, а лишь ее отдельные значения, частоты которых либо равны нулю, либо наибольшие для данной комбинации.

Среди закономерностей, имеющих место для комбинаций из четырех признаков, в нашем множестве укажем следующие:

29. Не существует систем, обладающих одновременно свойствами авторегенеративности по элементам (x_1), неавторегенеративности по отношениям (x_2) и внешне нерегенеративных по элементам (x_3) или по отношениям (x_4) либо по элементам и отношениям одновременно. Крайне редко ($p \approx 0,001$) встречаются системы, авторегенеративные по элементам, неавторегенеративные по отношениям и внешне регенеративные и по элементам и по отношениям.

30. Не оказалось систем, авторегенеративных по элементам (x_1), неавторегенеративных по отношениям (x_2), нестабильных по структуре (x_7) и нестационарных (x_{20}), либо стабильных (x_7) и нестационарных, либо стабильных и стационарных одновременно.

31. Нет систем, авторегенеративных по элементам (x_1), внешнерегенеративных по отношениям (x_4), неминимальных (x_6) и нестационарных (x_{20}) либо авторегенеративных и внешнерегенеративных по отношениям и одновременно неминимальных (x_6) и нестационарных ($q \approx 0,001$).

Таким образом, было установлено на эмпирическом уровне свыше 30 закономерностей, соотносящих друг с другом значения системных параметров. Эти закономерности и составляют эмпирический базис нашей теории.

Не все полученные выше зависимости вызывают к себе одинаковое доверие. Многие из них имеют случайный характер. В связи с этим возникает проблема критериев, позволяющих определить, в какой мере можно доверять полученным зависимостям как закономерностям. Эту проблему можно рассматривать в двух планах. Один из них – экстенсиональный – решается математической статистикой. Здесь важны число непосредственно исследованных объектов и характер отбора, «выборки» из этих объектов. Интенсиональный подход связан с анализом соотносящихся свойств, в нашем случае – системных параметров. Совпадение классов объектов, обладающих соответствующими значениями параметров, означает не тождественность параметров по всем своим свойствам, а лишь тождественность некоторых их свойств.

Используя этот путь, можно устанавливать связи между вероятностью интенциональной тождественности свойств и объемов отождествляемых классов объектов. Например, если для комбинации из x_1 , x_2 и x_3 известно, что значения x_1 , x_2 , x_3 отсутствуют, то это в некоторой степени свидетельствует об определенном отношении между параметрами. Если при этом известно, что систем, характеризующихся значениями параметров x_1 , x_2 и x_3 по отдельности, мало, то отсутствие значения x_1 , x_2 и x_3 может иметь случайный характер и не свидетельствовать об объективной связи между этими параметрами. Если же почти все системы обладают указанными значениями параметров по отдельности, то в этом случае обесцениваются сведения о противоположном значении этой комбинации.

Наряду с указанными возможны и другие пути решения поставленной проблемы. Один из них состоит

в определении некоторого коэффициента «надежности» найденной закономерности. Такой коэффициент должен зависеть от вероятности обнаружения тех или иных значений рассматриваемых системных параметров у произвольно взятой системы. Вместе с тем он должен зависеть и от логической структуры полученной закономерности. Определяя одно и учитывая другое, можно получить коэффициент «надежности» найденной закономерности.

Для развития системных исследований во многих случаях предпочтительнее другой путь решения проблемы надежности общесистемных закономерностей – отбор системных параметров независимо от того или иного конкретного типа закономерностей. Такой отбор может иметь двоякий характер. Прежде всего, можно вернуться к первоначальному списку параметров и на базе проведенного исследования заменить менее существенные параметры более существенными. Однако нам представляется более перспективным иной способ, когда избираются новые параметры, значение которых представляет собой комбинации значений отдельных прежних параметров. Правда, в этом случае для оптимального выбора новых параметров необходим критерий оптимальности системного параметра. Его можно рассчитать, опираясь на идею энтропии параметра на данном множестве систем¹³⁴.

¹³⁴ См *Портов Г Я Уемов А И* Исследование зависимостей между системными параметрами с помощью ЭВМ – «Системные исследования Ежегодник 1971» М, 1972.

ЭЛЕМЕНТЫ ДЕДУКТИВНОЙ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ

1. ЗНАЧЕНИЕ ДЕДУКТИВНОЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ

Закономерности, определенные на эмпирической стадии развития общей теории систем, как мы увидим дальше, могут найти широкое применение в научном исследовании. Использование различного рода критериев надежности статистического вывода может значительно увеличить доверие к этим закономерностям. Тем не менее, какие бы методы ни применялись, всегда остается возможность ошибки. Она связана с самыми первыми шагами нашего эмпирического исследования систем. Исходным базисом здесь является системно-параметрическая характеристика отдельных, произвольно взятых систем. Практика показывает, однако, что эти характеристики, полученные разными исследователями, неоднозначны. Такая неоднозначность связана с неоднозначностью понимания: а) характеризуемой системы; б) значений соответствующих системных параметров; в) неумением определять значения системных параметров на конкретных объектах.

Первый тип неоднозначности чаще всего бросается в глаза. Так, даже такая простая система, как «треугольник», может быть понята по-разному. Один ее понимает как множество точек, другой – отрезков. Тем не менее, неоднозначность подобного типа не только не снижает надежности полученных эмпирических закономерностей, но, напротив, повышает ее, ибо увеличивает степень разнообразия исследуемых систем. Неоднозначность же в понимании значений самих системных параметров крайне опасна. Для ее преодоления необходи-

прежде всего, достаточно четкие определения значений параметров, исключающие двусмысленность. Поскольку слова обиходного языка всегда многозначны, наиболее эффективным средством достижения единства понимания является использование для экспликации значений системных параметров единого формализованного языка описания систем. Другим способом повышения надежности эмпирических закономерностей является совершенствование методики определения значений системных параметров на конкретных объектах.

Важное значение для исследования связей систем имеет также отбор самих системных параметров. Известно, что некоторые параметры дают возможность определять более надежные связи, чем другие. Мы уже упоминали о методах установления оптимальных параметров.

И все же любые усовершенствования эмпирических методов установления взаимозависимостей между системными параметрами никогда не снимут недоверия к ним. Сколь угодно точные измерения треугольников и зависимостей между его сторонами не заменят теорему Пифагора, определяющую эти зависимости. В качестве общесистемных аналогов теоремы Пифагора могли бы выступать связи между значениями системных параметров, установленные теоретически, без обращения к результатам эмпирического исследования отдельных систем.

Попытка определения связей между значениями системных параметров на содержательном уровне, исходя лишь из их определения, была предпринята И.В. Дмитриевской¹³⁵. Так, например, было показано, что если система минимальна, то она не является всецелонадежной. Характер рассуждений, с помощью которых здесь устанавливаются связи между значениями системных параметров, делает их весьма нестрогими. Установление такого рода связи обычно можно опровергнуть с помощью приведения контрпримера.

Более совершенный метод с использованием элементов формализации логики предикатов был предложен С.И. Переймером. Так, на основе анализа свойств системообразующих отношений было выяснено, что «если

¹³⁵ См *Дмитриевская И.В.* О взаимоотношении некоторых системных параметров. – Проблемы формального анализа систем, М, 1968.

система является упорядоченной, то она не может быть центрированной»¹³⁶. В другой работе этого автора аналитическими методами был установлен целый ряд закономерностей, соответствующих тем, которые ранее были выявлены путем эмпирических исследований¹³⁷. Некоторые закономерности получены из других в качестве следствий.

Аргументация, используемая в работах Переймера, имеет полужформальный характер. Она связана существенным образом с содержательными рассуждениями. Используемый здесь аппарат, на наш взгляд, не позволяет достичь дальнейшего прогресса в направлении формализации методов вывода общесистемных закономерностей.

В этом плане очевидны преимущества нашего формализованного языка. Формальные определения значений системных параметров в этом языке дают возможность устанавливать связи между значениями системных параметров путем чисто формальных преобразований. В связи с этим встает перспектива применения ЭВМ для решения этой задачи.

Выше, при установлении связей между значениями системных параметров, их выражения на нашем формализованном языке не использовались. Эти связи определялись на эмпирическом уровне, для чего было достаточно чисто словесного описания значений системных параметров. Использование формального выражения значения системных параметров позволяет перейти к более высокой стадии развития общей теории систем – к дедуктивной теоретической системе.

В рамках такой теоретической системы не только могут быть установлены общесистемные закономерности в форме связей между значениями рассмотренных выше атрибутивных системных параметров. Список таких параметров может быть увеличен с помощью сформулированного в рамках нашего языка алгоритма конструирования атрибутивных системных параметров. Выше уже было намечено решение аналогичной проблемы

190

¹³⁶ См *Переймер С.И.* Анализ свойств системообразующих отношений как способ установления связей между системными параметрами. – «Системный метод и современная наука», вып. 2 Новосибирск, 1972, с 77–78.

¹³⁷ См *Переймер С.И.* Встановлення співвідношень між системними параметрами аналітичними методами. – «Філософські проблеми сучасного природознавства», Вип. 34. Київ, 1974.

применительно к реляционным системным параметрам. Далее, в процессе дальнейшего развития теории существенное значение имели бы две задачи:

1. *Определение свойств систем на основании отношений между ними* (т.е. определение значения системных атрибутивных параметров с помощью реляционных).

2. *Установление отношения между системами на основании их свойств* (т.е. значения реляционных параметров с помощью атрибутивных).

В настоящей работе не ставится задача построения законченной дедуктивной системы. Наша цель имеет методологический характер — показать, что построение такой теории возможно и на основе общеметодологических соображений, и с помощью отдельных конкретных примеров. В качестве таких примеров приведем доказательства некоторых теорем, устанавливающих связи между атрибутивными системными параметрами. Для этого нам требуется формулировка некоторых правил осуществления операций и правил вывода в нашем формализованном языке.

2. ОПЕРАЦИИ И ПРАВИЛА ВЫВОДА В ЯЗЫКЕ ТЕРНАРНОГО ОПИСАНИЯ

Для того чтобы сформулировать некоторые правила вывода в нашем формализованном языке, необходимые нам для доказательства теорем, установим, прежде всего, импликативные отношения между объектами, символы которых входят в формальное выражение соответствующих значений системных параметров. Ограничимся сле-

дующим набором символов $\langle Lt, t, a, A, t', T', \overset{\cup}{t}, \overset{\square}{t}, \overset{\circ}{t}, \overset{\Delta}{t} \rangle$, значения которых были определены выше. Будем различать два типа импликации. В одном случае импликация, имеющая место между двумя объектами, сохраняется при добавлении йота-операторов. Во втором случае это не имеет места. Например, если у нас есть $A \rightarrow a$, то можно записать и $\iota A \rightarrow \iota a$. В самом деле, если любой, какой бы мы ни захотели взять, объект является каким-то объектом, то тот самый, который взят, является тем самым объектом. Вместо A можно подставить любой другой символ. Значит, и $T' \rightarrow a$ будет

импликацией такого же типа, и $t \rightarrow a$, и т.д. Назовем такую импликацию *конкретной*. Будем обозначать ее символом \Rightarrow . Характерной чертой «конкретной» импликации является также то, что консеквент этой импликации может быть приписан антецеденту в качестве свойства. Это можно записать так: $(\iota A \Rightarrow \iota \iota A) \rightarrow [(\iota A) \cap \iota A]$. Например, если $t \Rightarrow a$, то это значит, что $(t)a$.

Другой тип импликации не сохраняется при применении йота-операторов к соотносящимся объектам. В самом деле, пусть у нас есть $A \rightarrow t'$ (т.е. если есть любой предмет, то есть и что-то отличное от наперед заданного). Пусть, скажем, t – Одесский оперный театр. У нас есть любой предмет. Оказалось, что у нас есть диплом. Это отлично от оперного театра, значит, t' . Но мы можем взять и сам Одесский оперный театр. Значит, у нас есть и лестница театра, а лестница театра отлична от театра, значит, это t' . Но истинность $A \rightarrow t'$ не распространяется на $\iota A \rightarrow \iota t'$. Нельзя оперному театру приписать свойство «быть лестницей». Такую импликацию назовем неконкретной или *мереологической*. Ее мы обозначим символом \supset . В этом случае, когда характер импликации безразличен, будет использоваться, как и прежде, «нейтральный» символ \rightarrow . Существуют логические связи между одними импликациями и другими, так что все их можно вывести из небольшого числа аксиом. Но здесь мы не будем это делать и ограничимся приведением сводной таблицы, в ячейках которой зафиксированы все имеющиеся место импликации между выбранными объектами. Назовем ее *таблицей элементарных импликаций*.

Сделаем пояснение, как пользоваться этой таблицей. Желая определить отношение между какими-либо объектами из нашего списка, например между $\overset{\circ}{t}$ и t' мы первый из них отыскиваем в самой левой (нулевой) колонке нашей таблицы (девятой по счету), а второй – в самом верхнем (нулевом) ряду (пятый по счету). На пересечении того ряда, в каком находится первый символ, и той колонки, где второй, мы обнаружим символ \Rightarrow . Значит, имеет место соотношение $\overset{\circ}{t} \Rightarrow t'$. Таким же образом находим $\overset{\Delta}{t} \supset \overset{\cup}{t}$, $\overset{\Delta}{t} \Rightarrow \overset{\Delta}{t}$ и т.д. Но между многими объектами, например между a и $\overset{\Delta}{t}$, импликации не существует.

Из таблицы видно, что если у нас есть только определенный объект (Lt), то с самим собой у него будет отношение конкретной импликации (\Rightarrow) с «определенным объектом» (t) – тоже отношение конкретной импликации (\Rightarrow); с «неопределенным объектом» (a) – такое же отношение, а с «неопределенным объектом», отличным от t , т.е. t' , – отношение «мереологической» импликации и т.д.

Таблица 7
Элементарные импликации

	Lt	t	a	A	t'	T'	$\cup t$	$\sqsubset t$	$\circ t$	Δt
Lt	\Rightarrow	\Rightarrow	\Rightarrow		\supset		\supset	\supset		
t	\supset	\Rightarrow	\Rightarrow		\supset		\supset	\supset		
a			\Rightarrow		\supset					
A			\Rightarrow		\supset					
t'			\Rightarrow		\Rightarrow					
T'			\Rightarrow		\Rightarrow					
$\cup t$			\Rightarrow		\Rightarrow		\Rightarrow			
$\sqsubset t$			\Rightarrow		\Rightarrow		\Rightarrow			
$\circ t$			\Rightarrow		\Rightarrow				\Rightarrow	
Δt		\supset	\Rightarrow		\Rightarrow		\supset	\supset		\Rightarrow

Не строя аксиоматики, не выводя одних соотношений из других (это будет изложено в другой работе), приведем таблицу, в клетках которой будут зафиксированы результаты реистического синтеза (см. стр. 194) наших объектов. Поскольку операция реистического син-

теза коммутативна, т.е. верно, что $IAIIA \rightarrow IIAIA$, таблица симметрична относительно главной диагонали.

Мы видим, что наше множество объектов не замкнуто относительно операции реистического синтеза, т.е.

Таблица 8
Реистический синтез

	Lt	t	a	A	t'	T'	$\overset{\cup}{t}$	$\overset{\sqcup}{t}$	$\overset{\circ}{t}$	$\overset{\Delta}{t}$
Lt	Lt	t	b	b	a	a	Lt	Lt	$\overset{\Delta}{t}$	$\overset{\Delta}{t}$
t	t	t	b	b	a	a	t	t	$\overset{\Delta}{t}$	$\overset{\Delta}{t}$
a	b	b	a	a	a	a	a	a	t'	$\overset{\Delta}{t}$
A	b	b	a	a	a	a	a	a	t'	$\overset{\Delta}{t}$
t'	a	a	a	a	a	a	a	a	t'	$\overset{\Delta}{t}$
T'	a	a	a	a	a	a	a	a	t'	$\overset{\Delta}{t}$
$\overset{\cup}{t}$	Lt	t	a	a	a	a	a	a	t'	$\overset{\Delta}{t}$
$\overset{\sqcup}{t}$	Lt	t	a	a	a	a	t'	a	t'	$\overset{\Delta}{t}$
$\overset{\circ}{t}$	$\overset{\Delta}{t}$	$\overset{\Delta}{t}$	t'	t'	t'	t'	t'	t'	t'	$\overset{\Delta}{t}$
$\overset{\Delta}{t}$	$\overset{\Delta}{t}$	$\overset{\Delta}{t}$	$\overset{\Delta}{t}$	$\overset{\Delta}{t}$	$\overset{\Delta}{t}$	$\overset{\Delta}{t}$	$\overset{\Delta}{t}$	$\overset{\Delta}{t}$	$\overset{\Delta}{t}$	$\overset{\Delta}{t}$

в результате этой операции появляются новые объекты, а именно объект \varnothing , отсутствующий в исходном множества

Рассмотрим другую операцию – атрибутивный синтез. Эта операция существует в двух формах, соответствующих двум направлениям отношения между вещью и свойством. Выше эти направления были различены в двух типах формул, выражающих атрибутивное отношение, – субъектных и предикатных. Для наших ог-

раниченных в данный момент целей достаточно одного направления – от предмета к свойству. Это будет операция *субъектного атрибутивного синтеза*. Результат этой операции представляет собой вещь, которая получилась из операнда в результате приписывания ему некоторого свойства.

Пользоваться таблицей следует так: если мы желаем определить, каков будет результат атрибутивного синтеза объекта, обозначение которого дано в первой колонке, например стоящего в седьмой строке (t), с объектом, обозначение которого дано в первой строке, например с находящимся в третьей колонке объектом (a), то результатом операций будет «неопределенный подобъект» (t), находящийся на пересечении седьмой строки и третьей колонки и т.д.

Таблица 9

Концептуальный атрибутивный субъектный синтез

$[[(A)A]]$	Lt	t	a	A	t'	T'	$\overset{\cup}{t}$	$\overset{\sqsubset}{t}$	$\overset{\circ}{i}$	$\overset{\Delta}{t}$
Lt	Lt	Lt	Lt	\emptyset	Lt	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset
t	Lt	t	t	\emptyset	t	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset
a	Lt	t	a	\emptyset	t'	\emptyset	$\overset{\cup}{t}$	$\overset{\sqsubset}{t}$	$\overset{\circ}{i}$	$\overset{\Delta}{t}$
A	Lt	t	a	\emptyset	t'	\emptyset	$\overset{\cup}{t}$	$\overset{\sqsubset}{t}$	$\overset{\circ}{i}$	$\overset{\Delta}{t}$
t'	\emptyset	\emptyset	t'	\emptyset	t'	\emptyset	$\overset{\cup}{t}$	$\overset{\sqsubset}{t}$	$\overset{\circ}{i}$	$\overset{\Delta}{t}$
T'	\emptyset	\emptyset	a	\emptyset	t'	\emptyset	$\overset{\cup}{t}$	$\overset{\sqsubset}{t}$	$\overset{\circ}{i}$	$\overset{\Delta}{t}$
$\overset{\cup}{t}$	\emptyset	\emptyset	$\overset{\cup}{t}$	\emptyset	$\overset{\cup}{t}$	\emptyset	$\overset{\cup}{t}$	$\overset{\sqsubset}{t}$	\emptyset	\emptyset
$\overset{\sqsubset}{t}$	\emptyset	\emptyset	$\overset{\sqsubset}{t}$	\emptyset	$\overset{\sqsubset}{t}$	\emptyset	$\overset{\sqsubset}{t}$	$\overset{\sqsubset}{t}$	\emptyset	\emptyset
$\overset{\circ}{i}$	\emptyset	\emptyset	$\overset{\circ}{i}$	\emptyset	$\overset{\circ}{i}$	\emptyset	\emptyset	\emptyset	$\overset{\circ}{i}$	\emptyset
$\overset{\Delta}{t}$	\emptyset	\emptyset	$\overset{\Delta}{t}$	\emptyset	$\overset{\Delta}{t}$	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset	$\overset{\Delta}{t}$

Мы определили тот минимум операций, который будем рассматривать. Сформулируем теперь необходимые нам правила вывода. Они делятся на две группы:

А. *Семантические правила.* В соответствии с определениями символов A , t^{\square} и T' разрешаются следующие подстановки. В любой формуле вместо вещи T' можно подставить символы $t', t^{\cup}, t^{\square}, t^{\circ}, t^{\Delta}, T'$. Вместо t^{\square} – символ t^{\cup} . Вместо A – все символы нашего языка.

В. *Синтаксические правила.*

І. а) Правило опускания. *Реистический синтез двух формул имплицирует любую из них*, т.е. если у нас есть две формулы, то есть и одна из них.

$$IA \cdot A \rightarrow \neg A$$

$$A \neg A \rightarrow \neg A$$

в) Правило усиления. *Консенвент импликации имплицируется реистическим синтезом своего антецедента и любой другой формулы*, т.е. если консенвент следует из антецедента, то он следует и из антецедента, усиленного еще одной формулой.

$$(IA \rightarrow \neg A) \rightarrow (\neg A \cdot A \rightarrow \neg A)$$

Эти правила очевидны и не требуют пояснений.

ІІ. а) Правило локальной замены йота-оператора. *Любой объект с йота-оператором (любую конкрету) можно заменить на t в той области, где нет t , не производя такой замены объектов с другими йота-операторами.* Смысл этого правила в том, что «конкретой объекта» можно оперировать как с определенным объектом, если нет опасности смешать его с другим объектом.

б) После совершения операций с t его можно переименовать обратно в соответствующую конкрету и тогда повторить в случае необходимости всю эту операцию с другими йота-операторами.

ІІІ. Использование таблиц. Для получения выводов можно использовать таблицу элементарных импликаций (см. табл. 7) и таблицы, определяющие результаты операций (см. табл. 8, 9).

ІV. Правило ограничения.

а) Правило реистического ограничения.

$$(IA \rightarrow \neg A) \rightarrow (\neg \neg \neg A \neg A \rightarrow \neg \neg A \neg A)$$

в) Правило атрибутивного ограничения.

$$(\iota A \Rightarrow \iota \iota A) \rightarrow \{[(\neg A) \iota \iota \iota A] \Rightarrow [(\neg A) \neg \neg A]\}$$

Суть правила в том, что консеквент и антецедент конкретной импликации можно ограничивать, приписав им одно и то же свойство.

с) Правило реляционного ограничения.

$$(\iota A \Rightarrow \iota \iota A) \rightarrow \{[\iota \iota \iota A \Rightarrow (\neg A)] \cdot [\neg \neg A(\neg A)]\}$$

Смысл этого правила такой же, как и предыдущего, только роль ограничивающего понятия играют не свойства вещей, а отношения в них.

V. Транзитивность импликации.

$$(\iota A \rightarrow \iota \iota A) \rightarrow (\neg A \rightarrow \iota \iota \iota A) \rightarrow (\neg A \rightarrow \neg \neg A)$$

Это правило означает, что импликация является транзитивным отношением (см. стр. 60).

VI. Modus ponens

$$(\iota A \rightarrow \iota \iota A) \cdot \neg A \rightarrow \neg A$$

Это обычное в логических системах правило. Оно означает, что наличие импликации и ее антецедента дает основание сделать вывод о наличии консеквента.

Теперь мы можем приступить к доказательствам теорем. В качестве примеров докажем следующее:

Теорема I. Всякая неминимальная система является неуникальной. Напомним, что

$$\{(\iota A) \text{Неминимальная система}\} =_{\text{def}} \{[\iota a(\neg A)]t \cdot [\neg a(\neg A)]\}$$

$$\{(\iota A) \text{Неуникальная система}\} =_{\text{def}} \{[\iota a(\neg A)]t \cdot [\neg a(\neg A')]\}$$

Шаг первый. Во второй скобке дефиниенса первого определения, согласно правилу локальной замены йота-оператора, заменяем $\neg A$ на t . Имеем $[\neg a(t)]$

Шаг второй. В таблице элементарных импликации находим $\check{t} \Rightarrow t'$.

Шаг третий. Заменяем, согласно Пб, t на $\neg A$. Имеем $\neg A \Rightarrow \neg A'$

Шаг четвертый. Применяя правило реляционного ограничения, получаем

$$(\neg A \Rightarrow \neg A') \rightarrow \{[\iota a(\neg A)] \Rightarrow [\neg a(\neg A')]\}$$

Шаг пятый. По правилу modus ponens получаем

$$\{[\neg a(\neg A)] \rightarrow [\neg a(\neg A')]\}.$$

Шаг шестой. По правилу реистического ограничения добавляем к антецеденту и консеквенту формулу, являющуюся дефиниенсом определения понятия «система» Получаем

$$\{[\iota a((\iota A))]t \cdot [\imath a(\imath a(\imath A'))]\} \rightarrow \{[\iota a(\iota A)]t \cdot [\imath a(\imath A')]\}$$

т.е. из дефиниенса определения неминимальной системы получаем дефиниенс неуникальной системы. Теорема доказана.

Теорема II. Всякая субстратно-открытая система является неуникальной.

Теорема доказывается аналогично предыдущей. Различие на втором шаге. Имеем здесь $\overset{\Delta}{t} \Rightarrow t'$.

ПРОСТОТА И СЛОЖНОСТЬ СИСТЕМ КАК ЛИНЕЙНЫЙ СИСТЕМНЫЙ ПАРАМЕТР

1. ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПРОСТОТЫ – СЛОЖНОСТИ

В предыдущих главах были рассмотрены бинарные системные параметры, каждый из которых может иметь по два значения. Мы не имеем возможности столь же детально рассматривать многообразие линейных системных параметров. Поэтому сосредоточим внимание на одном из них: *простоте – сложности*.

Важнейшей задачей системных исследований, решение которой имеет особое значение для разработки более совершенных систем, в частности систем управления, является проблема упрощения систем при сохранении и даже повышении их эффективности. Разработка методов упрощения немыслима без формулировки точных критериев простоты – сложности. Эти критерии необходимы и при решении проблемы упрощения в других областях, скажем упрощения правил правописания. Как известно, попытка реформы этих правил, предпринятая несколько лет назад, была неудачной вследствие разногласий по вопросу о том, что считать более простым и что – более сложным.

В педагогике существует принцип обучения «от простого к сложному». Этот процесс следует начинать с простого. Но что является простым, далеко не всегда ясно. Фактически, часто поступают наоборот: не начинают с простого, а простым считают то, с чего начали. Так, каждому кажется родной язык проще иностранного.

Но можно ли сформулировать объективные критерии простого – сложного? Работы, ведущиеся в этом на-

правлении в последние годы, показывают, что можно. В настоящее время существует несколько концепций, в которых простота – сложность исследуемых систем находит количественное выражение в виде некоторого числа. Можно выделить четыре основных типа таких концепций:

1. Логическая концепция. Здесь определяются меры некоторых свойств отношений, которые считаются упрощающими¹³⁸.

2. Теоретико-информационная концепция, связанная с отождествлением энтропии с мерой сложности систем¹³⁹.

3. Алгоритмическая концепция, при которой сложность определяется длиной алгоритма, необходимого для реконструкции исследуемого объекта, выраженного в некотором коде¹⁴⁰.

4. Теоретико-множественная концепция. Здесь сложность связывается с мощностью множества элементов, из которых состоит изучаемый объект¹⁴¹.

Результаты, полученные с помощью различных «измерений» сложности, не всегда согласуются друг с другом. Методы оценки простоты – сложности, весьма эффективные в одной области, оказываются неприменимыми в другой

В логико-философской литературе последних лет предпринимаются разнообразные попытки рассмотреть проблему критериев простоты в более общем плане. Но при этом, несмотря на формальный характер предлагаемых решений, сохраняются содержательные различия между типами свойств, которые тот или иной автор рассматривает в качестве показателей простоты – сложности системы. Поэтому обычно говорят не о простоте вообще, а о простоте, снабженной теми или иными

¹³⁸ Goodman N. Axiomatic Measurement of Simplicity – «The Journal of Philosophy», 1955, N 24.

¹³⁹ См Алдакимова М.П., Сухоруков Г.А. Информационный подход к оценке сложности объектов и задач управления. – Промышленная кибернетика.– Киев, 1971.

¹⁴⁰ См Звонкий А.К., Левин Л.А. Сложность конечных объектов и обоснование понятий информации и случайности с помощью теории алгоритмов. – «Успехи математических наук», т XXV, вып. 6, 1970.

¹⁴¹ См Дубров Я.А. Математические основания оценки сложности объектов – Тезисы докладов XXI Украинской научно-технической конференции. – Киев, 1972.

эпитетами – «эпистемологическая», «динамическая» и т.д. Чаще всего выделяют «онтологическую» и «семиотическую» простоту. Под первой понимают простоту материальных образований, под второй – определенную оценку знаковых систем¹⁴²

Таким образом, ни одна теория, относящаяся к тому или иному типу простоты, не может быть применена к любой системе. Это связано с отсутствием системологического подхода к проблеме простоты – сложности.

Системологический подход к рассматриваемой проблеме связан с оценкой простоты – сложности соответствующих объектов именно как систем. Поскольку любой объект допускает рассмотрение его в качестве системы, о чем уже говорилось выше, системологическая концепция простоты – сложности будет иметь универсальный характер в смысле отсутствия содержательных ограничений сферы ее применимости. При этом необходимо будет выделять типы простоты – сложности, но различие между ними должно иметь формально-системный характер, т.е. определяться тем, какие именно стороны системного рассмотрения отражены в соответствующем типе простоты.

Простота – сложность системы может быть оценена различными способами в зависимости от того, с каким именно компонентом приведенной выше схемы она непосредственно соотносится. В простейшем случае простота – сложность системы оценивается по простоте – сложности ее субстрата. Назовем такого рода простоту *субстратной*. Понятно, что субстратная сложность объекта, состоящего из живых клеток, намного сложнее сложности объекта, состоящего из такого же количества, скажем, кирпичей.

Если оценка простоты – сложности системы производится по ее структуре, то такую простоту – сложность можно назвать *структурной*. Например, структурная сложность современного самолета превосходит структурную сложность самолетов начала XXв.

Как видно из приводимых выше определений системы, дефиниции, даваемые разными авторами, различаются по сложности. Это объясняется тем, что у них были разные понятия, концепты системы. Сложность, оп-

¹⁴² См Меркулов И.П. Проблемы семиотической простоты в логике науки. – «Вопросы философии», 1971, № 6.

ределяемую сложностью концепта системы, можно назвать *концептуальной*.

В плане анализа меры простоты – сложности важно соотношение различных компонентов системного описания друг с другом. В таком случае простота – сложность выступает как характеристика отношений второго порядка. В число коррелятов таких отношений входит отношение первого порядка, представляющее собой структуру системы.

Структурно-субстратная простота – это простота структуры не как самостоятельного объекта, а как совокупности системообразующих отношений именно на данном субстрате. В связи с таким типом простоты важно выяснить вопрос о том, насколько сложно выражается структура именно на данном субстрате. Наоборот, *субстратно-структурная* простота будет выражать простоту субстрата, но не самого по себе, а в плане реализации на нем структуры. В этом случае можно спросить, насколько сложно реализует субстрат именно данную структуру.

2. МЕРА СЛОЖНОСТИ ПО Н. ГУДМЕНУ

В западной литературе большой известностью пользуется логическая концепция простоты – сложности системы Н. Гудмена, которая дает возможность определять численную меру этого свойства на основе анализа свойств предикатов, характеризующих те или иные объекты.

Вокруг этой концепции идут споры; на наш взгляд, они связаны с разной трактовкой теоретико-системной сущности предлагаемой им меры. Дж. Кемени¹⁴³, критикуя Н. Гудмена, фактически трактует его меру как меру структурной сложности систем. В качестве таковой мера Н. Гудмена действительно не выдерживает критики. В наших предыдущих работах мера Гудмена оценивалась как мера структурно-субстратной сложности¹⁴⁴.

202

¹⁴³ Kemeny J. Two Measures of Complexity. – «The Journal of Philosophy», 1955, vol. LII, № 24

¹⁴⁴ См. Уйюмов А. И. Спрошувальні властивості відношень і міри простота систем. – «Філософські проблеми сучасного природознавства», вип. 27. Київ, 1972; Уемов А.И., Плесский Б.В., Сумарокова Л.Н. Информационные процессы в научном исследовании и проблема их упрощения. – Заочный семинар «Проблемы информатики», вып. 3. – Новосибирск, 1972.

Более детальная разработка этой меры показала, что это не совсем так. Фактически Н. Гудмен исходит из того, что дано некоторое множество объектов, которое по отношению к одним предикатам (отношениям) ведет себя не так, как по отношению к другим. Это означает, что мера Н. Гудмена является по существу мерой субстратно-структурной простоты.

Разъясним вкратце суть этой меры. Ограничимся наиболее простым случаем, когда рассматриваются нереклексивные отношения, т.е. такие, которые не соотносят предметы сами с собой. По Гудмену сложность предиката P определяется по следующей формуле: $VP = (2n-1) - SyP - ScP$. Здесь n – число мест предиката P , т.е. число предметов, которые он соотносит друг с другом. SyP – мера симметричности предиката, ScP – мера особого его свойства – названного Н.Гудменом *самополнотой*.

Мера симметричности равна числу всех возможных независимых друг от друга перестановок. Например, в известной пропорции $\frac{12}{8} = \frac{9}{6}$ возможны перестановки первой пары на вторую, т.е. $\frac{9}{6} = \frac{12}{8}$, затем первого и четвертого элементов друг на друга ($\frac{6}{8} = \frac{9}{12}$) и второго и третьего ($\frac{12}{9} = \frac{8}{6}$). Остальные перестановки можно получить как следствие отмеченных. Симметричность, выражаемая первой перестановкой, обозначается Гудменом (1, 2) (3, 4) Sy , две других – как (1) (4) Sy и (2) (3) Sy . Общая мера симметричности здесь будет равна 3.

Мера самополноты вводится иначе. Пусть у нас есть предикат, реализующийся на четырех объектах: $R(x_1, x_2, x_3, x_4)$. Такой же предикат может быть обнаружен и на другой четверке объектов $R(y_1, y_2, y_3, y_4)$. Что произойдет, если мы первую пару предметов возьмем из четверки x_1, x_2 , а вторую – из другой y_3, y_4 ? В одном случае – и это зависит от характера предиката – у нас ничего не получится. В другом – и на новой четверке будет старый предикат – $R(x_1, x_2, x_3, x_4)$. Например, пусть x_1, x_2, x_3, x_4 – детали из одного комплекта детского конструктора, y_1, y_2, y_3, y_4 – детали из другого комплекта такого же конструктора. Из x_1, x_2, x_3, x_4 можно из-

готовить некоторое сооружение. Если из y_1, y_2, y_3, y_4 можно сделать такое же, то тоже можно сказать и об x_1, x_2, y_3, y_4 . Такой предикат R будет считаться самополным. Если же можно брать предметы только парами, то мы получим парную самополноту. Но в рассмотренном случае детали можно брать и по отдельности. Если у нас есть четыре набора, то из каждого можно взять по детали. Тогда будем иметь (1), (2), (3), (4) самополноту. Это максимально возможная самополнота. Самополнота пропорции в приведенном выше примере равна 0. Следовательно, ее сложность по Гудмену $= 2n - 1 - S_y = 8 - 1 - 3 = 4$. В примере с конструктором к самополноте можно прибавить и симметричность. Пусть имеем $(1, 2), (3, 4)S_y$. Тогда сложность набора деталей конструктора $= 2n - S_y - S_c = 8 - 3 - 1 = 4$.

Концепции Гудмена присущ существенный дефект: сам выбор упрощающих свойств отношений у него произволен. Он не мотивирует достаточно, почему им выбраны именно эти, а не иные свойства в качестве упрощающих. Естественно, возникает вопрос о том, не являются ли упрощающими также и иные свойства предикатов. Опираясь на его концепцию, можно показать, что и другие свойства предикатов могут считаться упрощающими и число их столь велико, что нет никакой возможности вычислить меры всех этих свойств.

3. ЭНТРОПИЙНАЯ МЕРА СУБСТРАТНО-СТРУКТУРНОЙ СЛОЖНОСТИ

Указанные выше трудности, по нашему мнению, можно преодолеть путем использования понятий теории информации¹⁴⁵. Эта общая идея может быть конкретизирована различными способами. Применительно к нашей задаче рассмотрим *энтропийную меру субстратно-структурной простоты*, вводимую следующим образом. Ограничимся случаем бинарных отношений.

Возьмем для примера произвольный элемент множества m , скажем m_j . Пусть этот элемент имеет возмож-

¹⁴⁵ См. Моль А. Теория информации и эстетическое восприятие. М., 1966; Урсул А.Д. Сложность, организация и информация. – «Философские науки», 1963, № 3; Бирюков Б.В., Тюттин В.С. О понятии сложности. – Логика и методология науки. М., 1967; Свінцицький В.М. Принципи дослідження та ідентифікації систем у кібернетиці – «Філософська думка», 1970, № 6.

ность вступать с другими элементами множества m в отношения r_1, \dots, r_k . Символом $r_i(m_j)$, где $1 \leq i \leq k$, будем обозначать те отношения, первым коррелятом которых является m_j . Число пар, в которые отношение r включает элемент m_j , будем называть *экстенсиональной длиной отношения r_i на элементе m_j* . Ее обозначим символом l_{ij} . Если число всех элементов множества m равно n , то экстенсиональная длина l_i , отношения r_i на этом множестве будут определяться через экстенсиональные длины на отдельных элементах по следующей формуле:

$$l_i = \sum_{j=1}^{j=n} l_{ij}$$

Энтропия, приходящаяся на одно r_i отношение и один элемент m_j , будет вычисляться по формуле Шеннона

$$H(m_j, r_i) = -P[r_i(m_j)] \lg P[r_i(m_j)].$$

Значение вероятности может быть определено по формуле

$$P[r_i(m_j)] = \frac{l_{ji}}{n-1}$$

Здесь в числителе – фактическая, а в знаменателе – максимально возможная экстенсиональная длина отношения r_i на элементе m_j .

Энтропия, приходящаяся на элемент m_j , дается суммированием по i :

$$H(m_j, r) = - \sum_{i=1}^k \frac{l_{ji}}{n-1} \lg \left(\frac{l_{ji}}{n-1} \right)$$

Соответственно общая энтропия системы, соотносящая субстрат структуре, будет вычисляться по формуле

$$H(m, r) = - \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k \frac{l_{ji}}{n-1} \lg \left(\frac{l_{ji}}{n-1} \right)$$

Эту величину можно рассматривать как меру сложности. Обратное значение этой величины будет мерой *субстратно-структурной простоты*.

Рассмотрим конкретный пример, иллюстрирующий применение полученной меры. Пусть заданы три системы управления, выражаемые следующими графами:

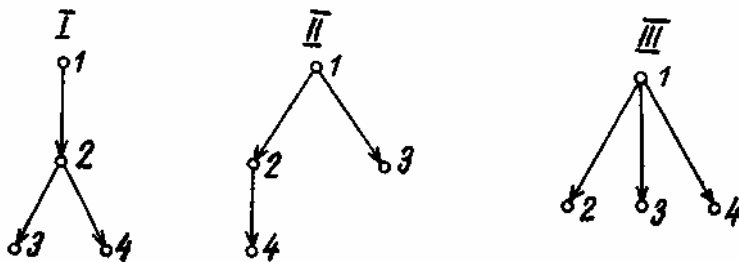


Рис. 1

В этих системах имеются четыре элемента, выражаемые вершинами графа, и следующие отношения:

r_1 — отношение непосредственного управления,

r_2 — отношение непосредственного подчинения,

r_3 — отношение опосредованного управления,

r_4 — отношение опосредованного подчинения,

r_5 — отношение соподчинения на одном уровне,

r_6 — отношение соподчинения на более высоком уровне,

r_7 — отношение соподчинения на более низком уровне.

В системе I имеется следующее распределение отношений на парах элементов:

$r_1 - (1, 2) (2, 3) (2, 4)$

$r_2 - (2, 1) (3, 2) (4, 2)$

$r_3 - (1, 3) (1, 4)$

$r_4 - (3, 1) (4, 1)$

$r_5 - (3, 4) (4, 3)$

Отношения r_6, r_7 здесь отсутствуют. Они налицо в системе II.

Здесь имеются:

$r_1 - (1, 2) (1, 3) (2, 4)$

$r_2 - (2, 1) (3, 1) (4, 2)$

$r_3 - (1, 4)$

$r_4 - (4, 2)$

$r_5 - (2, 3) (3, 2)$

$r_6 - (3, 4)$

$r_7 - (4, 3)$

Для системы III распределение их следующее:

$r_1 - (1,2) (1,3) (1,4)$

$r_2 - (2,1) (3,1) (4,1)$

$r_3 - (2,3) (3,4) (2,4) (3,2) (4,3) (4,2)$

В первой системе имеются следующие экстенсинальные длины отношений $l_1=3$; $l_2=2$; $l_3=2$; $l_4=2$; $l_5=2$.

Во второй системе $l_1=3$; $l_2=3$; $l_3=1$; $l_4=1$; $l_5=2$; $l_6=1$; $l_7=1$.

В третьей системе $l_1=3$; $l_2=3$; $l_5=6$.

В первой системе на первом элементе отношение r_1 имеет экстенсинальную длину 1, а отношение r_3 – длину 2. Соответственно другие необходимые для вычисления субстратно-структурной сложности величины будут иметь следующие значения: $l_{2,1}=2$; $l_{2,2}=1$; $l_{3,2}=1$; $l_{3,4}=1$; $l_{3,5}=1$; $l_{4,2}=1$; $l_{4,4}=1$; $l_{4,5}=1$. Отсюда общая энтропия для первой системы получается следующая:

$$H^I_{(m,r)} = -8 \left(\frac{1}{3} \lg \frac{1}{3} \right) - \frac{2}{2} \left(\frac{2}{3} \lg \frac{2}{3} \right) = 1,5071$$

Во второй системе:

$l_{1,1}=2$; $l_{1,3}=1$; $l_{2,1}=1$; $l_{2,2}=1$; $l_{2,5}=1$; $l_{3,2}=1$; $l_{3,5}=1$;

$l_{3,6}=1$; $l_{4,2}=1$; $l_{4,4}=1$; $l_{4,7}=1$.

Отсюда общая энтропия:

$$H^{II}_{(m,r)} = -\frac{2}{3} \lg \frac{2}{3} - 10 \left(\frac{1}{3} \lg \frac{1}{3} \right) = 1,7629$$

В третьей системе $l_{1,1}=3$; $l_{2,2}=1$; $l_{2,5}=2$; $l_{3,2}=1$; $l_{3,5}=2$; $l_{4,7}=1$; $l_{4,5}=2$. Отсюда общая энтропия:

$$H^{III}_{(mri)} = -\frac{3}{3} \lg \left(\frac{3}{3} \right) - 3 \left(\frac{1}{3} \lg \frac{1}{3} \right) - 3 \left(\frac{2}{3} \lg \frac{2}{3} \right) = 0,8293$$

Как видно, с точки зрения критериев субстратно-структурной простоты простейшей является система III, а система II представляет собой наиболее сложную систему.

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ И ОБЪЯСНЕНИЯ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ И НАУКЕ

1. ДВОЙСТВЕННЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОНЯТИЯ СИСТЕМЫ И АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

Проектирование автоматизированных систем управления на предприятиях предполагает прежде всего анализ экономической структуры работы предприятия. Существуют две точки зрения по вопросу о том, на каких элементах должна быть определена эта структура. Одни авторы полагают, что такими элементами должны быть процессы, например процедуры: учет, планирование, отчетность. Другие выделяют действующие факторы, такие, как основные фонды, оборотные фонды, трудовые ресурсы.

В работах Б.Д. Кошарского было показано, что каждая из этих точек зрения опирается на определенный тип представления автоматизированной системы управления в качестве системы. В одном случае система определяется по схеме $\{(tA)Система\} =_{\text{def}} \{[a((\neg A))]t\}$. Такое представление дает возможность определить структуру системы, так сказать, «сверху», через свойство t , которому должно удовлетворять системообразующее отношение a . Однако при этом остается неясным, по каким именно свойствам объектов установлено отношение a . Так, например, если в качестве системообразующего определено отношение по времени (t), отношение учета, планирования, отчетности, то остается открытым вопрос о свойствах выделяемых при этом подразделений. Неясно, что именно учитывается и планируется – основные, оборотные фонды или трудовые ресурсы. Таким образом,

указанный способ задания системы оставляет неопределенность «снизу».

Другой тип дефиниций $\{(tA)Система\} =_{\text{def}} \{t[(\neg A))a]\}$, наоборот, однозначно определяет структуру системы «снизу», оставляя некоторую неопределенность «сверху». Здесь ясно, что системообразующее отношение установлено по свойствам объектов, составляющих субстрат. Примером может служить отнесение структуры к тем подразделениям системы, которые характеризуются определенными факторами, обеспечивающими реализацию производственного процесса. Таким образом, неопределенность «снизу» снимается. Однако возникает неопределенность в трактовке характера системообразующего отношения. Так, если в качестве такого отношения предполагается учет и контроль, то остается неясным, о каком именно учете и контроле идет речь – однократном или развертывающемся во времени, полном или частичном и т.д. Все эти требования выражаются в виде свойства, которому должно удовлетворять системообразующее отношение.

Для того чтобы полностью выявить системные особенности, необходимо один способ системного описания дополнить другим, двойственным ему. Применительно к системе управления предприятием это будет означать, что «процедурный» подход требуется дополнить «факторным». Каждый из этих подходов не может полностью удовлетворить требованиям, предъявляемым к автоматизированным системам управления предприятием, и лишь их совместное использование позволяет дать исчерпывающий анализ задач управления и обеспечить их решение¹⁴⁶.

Таким образом, положение о двойственности системных описаний объектов получает существенное практическое применение. Это положение можно считать принципом, причем оно имеет четко определенную область применения – системные представления объектов.

¹⁴⁶ См.: Кошарский Б.Д. Структурный анализ и синтез технико-экономической системы управления Донецк, 1972; Кошарский Б.Д., Уемов А.И. Принцип дополнительности системного описания и модульность структуры АСУП – «Системный метод и современная наука», вып 2, Кошарский Б.Д. Логико-математические основы теории формирования модельных структур АСОУ.– «Электронная техника», серия 9, выпуск 4 (16), 1975.

Этот принцип может быть применен в более широкой, чем экономика, сфере, в частности в области методологии физики. С его помощью возможно поставить вопрос о логической сущности и сфере применимости имеющего столь большое методологическое значение принципа дополнительности¹⁴⁷.

2. ВЫЯВЛЕНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПРЕДЛОЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ФОРМАЛИЗОВАННОГО ЯЗЫКА ОПИСАНИЯ СИСТЕМ

Проблема выявления логической структуры предложения является одной из наиболее трудных, но практически важных проблем как логики, так и языкознания. В настоящее время значимость этой проблемы обострилась в связи с развитием электронно-вычислительных машин, делающих технически возможными автоматическое реферирование работ и машинный перевод с одного языка на другой. Трудности, которые в связи с этим возникают, имеют не технический, а принципиальный характер и определяются прежде всего неясностью логической структуры предложения.

Мы ограничимся здесь наиболее существенными для логики повествовательными предложениями. С точки зрения классической – аристотелевской – логики структура таких предложений весьма проста. Она выражает присущность свойства предмету, что будет тем самым означать принадлежность этого предмета некоторому классу предметов. Например, если свойства, присущие человеку, приписываются Сократу, то это означает, что Сократ включен в класс людей. Можно сказать: «Сократ есть человек». Но так просто получается далеко не всегда. Уже приписывание Сократу свойства смертности не дает права привести предложение к виду: «Сократ есть смертность». Ибо смертность – это свойство и по первой фигуре аристотелевского силлогизма мы получили бы вывод, что Сократ есть свойство, что противоречило бы принятым в логике понятиям.

¹⁴⁷ См Комарчев В.А. и др. Дополнительность. Концепция, отношение, принцип? – Принцип дополнительности и материалистическая диалектика. М., 1976.

Трудности, возникающие в традиционной логике при интерпретации предложения, будут еще более очевидны, если вместо свойства «смертен» взять «добродетелен». Выражение «Сократ добродетелен» обычно анализируют не само по себе, а приводят его предварительно к стандартной форме «Сократ – добродетельный человек».

В традиционной логике не разработаны средства формального анализа отношения между предметом и свойством. Поэтому в ней переводится это отношение на содержательный уровень и берется в качестве предмета анализа отношение между классами (подчинение, или, иначе, субсумпция). Если класс не выражен, он создается искусственно. Подобно тому, как был создан класс «добродетельных людей», могли бы быть взяты «добродетельные млекопитающие» или «добродетельные живые существа».

В ходе дискуссии по вопросу о том, может ли связка «есть» выражать не субсумпцию, а отношение тождества, известный английский логик С. Джевонс противопоставлял свой подход аристотелевскому. В отличие от Аристотеля и его последователей, которые не рассматривали такого типа отношения, он считал, что связка «есть» выражает и отношение тождества. Он приводил такие примеры: «Цвет Тихого океана = цвет Атлантического океана», «Юпитер = самая большая из планет», «Честность = наилучшая политика», «Равноугольные треугольники = равносторонние треугольники», «Поваренная соль = хлористый натрий», «хлорофил = зеленое красящее вещество листьев», «Квадрат = равнобедренный прямоугольник». Далее он писал: «Очень странно то, что предложения этой элементарной формы, несмотря на свою важность и многочисленность, не нашли себе признанного места в аристотелевской системе логики. Поэтому их важность не замечалась до последнего времени, и логика была самой безобразной из наук. Невозможно, чтобы Аристотель или кто-нибудь другой мог обойтись без постоянного употребления их: нельзя определить и термина, не прибегая к ним. И в одном месте Аристотель действительно указывает на предложение этого рода. Он замечает: «Мы иногда говорим, что эта белая вещь есть Сократ или приближающийся предмет есть Каллиас (Первая аналитика, I, сар. XXVII, 3). Мы имеем здесь, несомненно, простое тождество терминов; но он считал такие предложения чисто случайными и

пришел к несчастному заключению, что «единичные термины не могут быть предикатами других терминов»¹⁴⁸.

По мнению Джевонса, и суждения типа «млекопитающие суть позвоночные» тоже представляют собой выражение тождества, только в отличие от рассмотренных выше, это частные тождества. «Когда мы говорим, что все млекопитающие суть позвоночные, то не разумеем, что млекопитающие тождественны с позвоночными, но разумеем только, что млекопитающие составляют часть класса позвоночных. Аристотель, не замечая важности простых тождеств и даже почти отрицая их существование, основал, к сожалению, свою систему на понятии включения в класс, вместо того чтобы принять основание тождества»¹⁴⁹.

Логическая сущность суждения «Млекопитающие суть позвоночные» будет по Джевонсу вполне выявлена, если записать: «Млекопитающие = млекопитающие позвоночные». Развивая идеи Джевонса, датский логик Хэфдинг преобразует предложение «Петр глуп» в предложение, выражающее тождество: «Петр есть глупый Петр» или, еще полнее, «Глупый Петр есть глупый Петр»¹⁵⁰.

Известный датский лингвист О. Есперсен, защищая точку зрения Аристотеля, пишет: «...необходимо отметить, что языковая «связка» *is* не означает и не предполагает тождества; она означает субсумпцию в значении старой аристотелевской логики, которая, таким образом, находится в большем соответствии с грамматикой, чем так называемая логика тождества (Лейбниц, Джевонс, Хэфдинг)»¹⁵¹.

Критикуя Хэфдинга, Есперсен пишет по поводу фразы «Глупый Петр есть глупый Петр», что из нее «слушающий не узнает ничего нового по сравнению с тем, что он уже знал с самого начала, и такое предложение поэтому вообще бесцельно. Простой смертный всегда придумывает формулировку *Peter is stupid*, посредством которой Петр относится к разряду тех существ (и предметов), которые могут быть названы «глупыми»»¹⁵². Есперсен истолковывает как субсумпцию почти все те

¹⁴⁸ Джевонс С. Основы науки, с 38.

¹⁴⁹ Там же, с. 39.

¹⁵⁰ Цит по: Есперсен О. Философия грамматики. – М, 1958, с 174.

¹⁵¹ Там же.

¹⁵² Там же.

фразы, в которых представляется очевидным отношение тождества.

Современный чешский логик К. Берка полагает, что глагол «быть» может выражать и субсумпцию, и тождество, и равенство, и многое другое¹⁵³. В качестве примеров суждений, выражающих отношение тождества, он приводит следующие: «Беркли является родоначальником английского субъективного идеализма», «Настоящий родоначальник английского материализма – Бэкон».

Такая «компромиссная» точка зрения на первый взгляд кажется привлекательной. Но при ближайшем рассмотрении она также уязвима.

Логики, стремящиеся видеть в связке «есть» субсумпцию, признают, что, с одной стороны, суждения типа «Сократ – человек», «Млекопитающие – позвоночные», «Лошади – травоядные животные», а с другой стороны, «Сократ добродетелен», «Млекопитающие имеют позвоночник», «Лошади – травоядные» эквивалентны по своей логической структуре. Их логическая структура одинакова. Следовательно, все то, что верно относительно этой логической структуры в одном случае, будет верно и в другом. Почему же они анализируют примеры первого типа, а не второго? Почему они пытаются свести второй тип суждений к первому? Если структура в обоих случаях одинакова, то столь же правомерен и противоположный путь – сведение первого типа ко второму. Как известно, такое сведение проводил Дж. Милль. Он обоснованно утверждал, что предикат суждения не является классом, т.е. множеством. «Говоря, что «снег белый», я могу и должен думать о снеге как о классе, потому что я утверждаю справедливость этого предложения относительно всякого снега. Но несомненно, о белых предметах я не думаю как о классе: я думаю из числа их только о снеге и о производимом им во мне ощущении белого»¹⁵⁴.

Однако если в предложении не выражено ни тождества, ни субсумпции, то что же все-таки выражено? Просто присущность свойства предмету или классу предметов? Но что означает такая присущность? Если дети

¹⁵³ См. Берка К. Функции глагола «быть» с точки зрения современной формальной логики. // Логико-грамматические очерки. – М, 1961, с 171-173.

¹⁵⁴ Милль Д.С. Система логики силлогистической и индуктивной. – М, 1899, с. 70.

обладают свойством принадлежать к классу, сущность которого характеризуется как дети, то значит ли это, что они все же дети? И если Сократ обладает свойством быть человеком, не значит ли это, что он человек? Но, признав, что Сократ – человек, не обязаны ли мы будем признать таким же образом, поскольку он обладает свойством быть добродетельным, то, что он добродетель?

С нашей точки зрения, причина этих противоречий становится ясной, если вдуматься в следующие слова логика А.С. Ахманова, объясняющие происхождение и сущность античных парадоксов. «Смысл этих парадоксов заключается не в том, что якобы одно и то же вместе утверждается и отрицается, а в том, что они демонстрируют невозможность осмыслить многообразие и движение в понятиях, категориально чуждых осмысливаемым фактам»¹⁵⁵. Стало быть, те понятия, которыми до сих пор оперировали логики, по-видимому, категориально чужды осмысливаемым фактам натурального языка. Поразительно, до какой степени мышление в рамках принятой концептуальной схемы, соблюдение логической респектабельности делают даже крупных теоретиков «слепыми» при анализе языковых фактов. С. Джевонс прекрасно знал английский язык и не мог не обратить внимания на то, что здесь есть специальные средства для выражения анализируемого им логического отношения. «В английском языке, – писал он, – прибавление неопределенного члена *a* (один) часто выражает частность; например, когда говорится «железо есть *a metal*», то ясно выражается этим, что железо есть *только один* из многих металлов»¹⁵⁶. Подметив это, он, однако, озабочен поисками способов не выражения неопределенности, а ее устранения.

Попытаемся подойти к этому вопросу, используя изложенный выше аппарат формализованного языка, и логически осмыслить эту неопределенность. Возьмем пример, приведенный Джевонсом. «Железо есть *a metal*». Это значит, что железо есть все же металл, но какой – неизвестно. Иначе говоря, есть и другие металлы. Они чем-то отличаются от железа. Металл как совокупность свойств входит в ту совокупность свойств, которая

¹⁵⁵ Ахманов А.С. Логическое учение Аристотеля М., 1960, с. 22.

¹⁵⁶ Джевонс С. Основы науки, с. 40.

образует железо. Иначе, в нашем формализованном языке металл есть подобъект железа. Но кроме этого подобъекта в металле есть еще нечто неопределенное – a . Таким образом, «железо есть a металл». Здесь « a металл» есть реистический синтез металла и неопределенного объекта, а связка «есть» представляет собой выражение того тождества, которое безуспешно пытались найти Джеванс и другие логики, оставаясь в рамках категориальной схемы, допускающей лишь определенные объекты.

Используя реистический синтез определенного и неопределенного объектов, можно легко истолковывать все рассмотренные выше примеры, не прибегая к дуализму субсумпции и тождества. «Сократ добродетелен» – это значит, что Сократ есть добродетель плюс еще что-то. «Петр глуп» означает: Петр есть глупость плюс еще некоторые качества.

Таким образом преодолевается отмеченная выше трудность отождествления объекта со своим подобъектом. Объект отождествляется с реистическим синтезом подобъекта и неопределенного объекта.

Исходя из этого, можно сформулировать следующее общее утверждение: любое свойство, приписываемое объекту, т.е. характеризующее его, будучи субстантивировано (т.е. в абстракции от носителя), является его подобъектом, входящим в число свойств, образующих объект. Это можно выразить так:

$$[\iota A] \iota(A) \rightarrow \imath[\cup A]$$

Здесь свойство обозначено символом, стоящим в круглой скобке. Поэтому вещь, которой оно присуще, помещается в скобках следующего ранга – квадратных. С другой стороны, каждый объект может быть представлен в виде реистического синтеза своего субстантивированного свойства и неопределенного объекта. Это выразится формулой

$$[\iota A](\imath A) \rightarrow [\imath A \rightarrow \imath(\imath A \bullet a)].$$

Опираясь на реистический синтез, можно выразить и аристотелевскую субсумпцию, например «Млекопитающее есть позвоночное», в виде особого типа – конкретной импликации, обозначенной выше символом \Rightarrow . Особенности такой импликации, как уже говорилось (см. стр. 192),

в том, что она может быть распространена на выражения с йота-операторами. В самом деле, если среди млекопитающих выберем конкретную особь, то можно сказать, что если у нас есть это млекопитающее, то оно же будет этим же позвоночным. Поэтому импликацию, выражаемую символом \Rightarrow , можно назвать *конкретной*. Характерную черту конкретной импликации можно выразить соотношением

$$(\iota A \Rightarrow \mathfrak{N}A) \rightarrow (\iota A) \mathfrak{N}A$$

Это соотношение означает, что консеквент конкретной импликации выступает как предикат антецедента. Однако приписывание предиката субъекту не означает, что субъект и предикат сами по себе тождественны. Иными словами, у нас **нет основания записать**:

$$(\iota A \Rightarrow \mathfrak{N}A) \rightarrow \mathfrak{N}[(\iota A)] \mathfrak{N}(\mathfrak{N}A)$$

В консеквенте этой формулы использование тройного йота-оператора говорит о том, что ιA и $\mathfrak{N}A$ – это одно и то же, одна и та же вещь, хотя и в разной позиции. **Этого мы не утверждаем**. Вместо такой формулы **истинной будет следующая формула**:

$$(\iota A \Rightarrow \mathfrak{N}A) \rightarrow [\iota A \rightarrow \mathfrak{I}(\mathfrak{N}A \cdot a)]$$

Она говорит о том, что тождественными друг другу объектами оказываются антецедент конкретной импликации и консеквент, синтезированный с a . Теперь можно поставить такой вопрос: а не является ли консеквент выраженной здесь импликации сам в свою очередь конкретной импликацией? Иными словами, не верна ли следующая формула:

$$(\iota A \Rightarrow \mathfrak{N}A) \rightarrow [\iota A \Rightarrow \mathfrak{I}(\mathfrak{N}A \cdot a)] ?$$

Из содержательных соображений, связанных с принципом Лейбница, следует, что такая импликация не может не быть конкретной. Если два объекта тождественны друг другу, то, имея тот же самый один, мы, очевидно, имеем и тот же самый другой, т.е. импликация переходит на выражения с йота-операторами. Это будет означать, что

$$(\iota A \Rightarrow \mathfrak{N}A) \rightarrow [\iota A \rightarrow \mathfrak{I}(\mathfrak{N}A \cdot a \cdot a)] .$$

Используя транзитивность импликации, получим

$$(\iota A \Rightarrow \imath(\iota \iota A)) \rightarrow [\imath A \rightarrow \imath(\imath A \bullet a \bullet a)] .$$

Точно так же можно получить

$$(\iota A \Rightarrow \iota \iota A) \rightarrow [\imath A \rightarrow (\imath A \bullet a \bullet a \bullet a)] .$$

и так далее до бесконечности. Не является ли это свидетельством ошибочности всей нашей концепции? Нет, не является. Так было бы лишь в том случае, если бы вместо $a \bullet a \bullet a$ выступали определенные и отличные друг от друга объекты. Но, согласно правилу реистического синтеза (см. табл. реистического синтеза на стр. 194), можно редуцировать многие a к одному. Это и устраняет «дурную бесконечность».

Поясним наши формулы содержательным примером. Суждение «Сократ есть Человек» означает, что «Сократ = человек плюс что-то». Последнюю фразу можно записать так: «Сократ есть человек плюс что-то». Что означает Сократ = (человек плюс что-то). И так далее. Но сумма сколь угодно «что-то» есть «что-то». Этот пример еще раз свидетельствует о том, что в рамках логики, стремящейся оперировать лишь определенными объектами, невозможно выявить логическую природу предложения.

3. СИСТЕМНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

Параметрическая теория систем с успехом может применяться в экономике, в частности при изучении таких объектов, как народнохозяйственные комплексы. Когда речь идет о системном представлении народнохозяйственного комплекса, то в качестве системообразующего естественнее всего взять свойство «иметь значение для решения народнохозяйственных проблем».

Конечно, далеко не каждое отношение обладает указанным свойством. Например, мы можем установить, что в каком-то промышленном центре здания предприятий построены из различного строительного материала: одни – из ракушечника, другие – из силикатного кирпича и т.д. Это отношение – различие материалов – не имеет существенного значения для решения народнохозяйственных проблем. Поэтому оно не является системообразующим.

Иное дело – отношение обусловливания хода производственного процесса, оно удовлетворяет свойству t и может рассматриваться в качестве структуры народнохозяйственного комплекса, представленного в виде системы. Но эта структура не определяется системообразующим свойством однозначно. Этому же свойству t могут удовлетворять и другие отношения. Например, таким может быть отношение согласованности, определенной пропорциональности выпускаемой продукции и т.д.

Таким образом, при одном и том же системообразующем свойстве t народнохозяйственный комплекс может быть представлен в качестве системы различными способами, каждый из которых является вполне правомочным.

Неоднозначность структуры в еще большей мере относится к субстрату. Так, отношение взаимообусловливания процесса производства тех или иных видов продукции может быть рассмотрено на примерах из различных отраслей данного народнохозяйственного комплекса независимо от их территориального размещения и на множестве предприятий.

В первом случае субстратными единицами комплекса, рассматриваемого в качестве системы, выступают различные отрасли материального производства и непроизводственной сферы, а также природные и трудовые ресурсы. Во втором случае имеется в виду некоторая территориальная структура, на которой размещены взаимосвязанные предприятия, населенные пункты, транспорт и другие элементы, связанные с перемещением продукции в пространстве.

Как известно, в литературе выделяются следующие типы народнохозяйственных комплексов: промышленные пункты, промышленные центры, промышленные узлы, промышленные агломерации, промышленные районы и территориальные производственные комплексы.

Промышленный пункт – это населенный пункт, в котором промышленное производство не является основной функцией. Как правило, в промышленном пункте находится одно предприятие.

Промышленный центр – населенный пункт, основной функцией которого является промышленное производство. Обычно в промышленном центре расположены несколько предприятий различных отраслей.

Промышленный узел – объединение двух или более промышленных центров, расположенных на компактной территории, производства которых обслуживаются единой транспортной сетью и сетью населенных пунктов.

Промышленная агломерация – сосредоточение промышленных центров и промышленных узлов на компактной территории с характерной природно-бассейновой формой размещения производительных сил. Промышленная агломерация характеризуется тесными производственными связями.

Промышленный район (зона) – сосредоточение промышленных центров, узлов, агломераций, объединенных единством территории с характерной для нее определенной экономической общностью.

Территориально-производственный комплекс представляет собой своеобразную форму сочетания отраслей народного хозяйства на определенной территории, где объединены в целостный хозяйственный организм предприятия добывающей, обрабатывающей промышленности, энергетики, производственной и бытовой инфраструктуры. При этом все хозяйство развивается на основе ведущей отрасли или нескольких отраслей. В одних случаях это электроэнергетика, дающая возможность развития энергоемких производств, в других – разработка крупных месторождений полезных ископаемых, на базе которых работают тепловые электростанции, предприятия нефтеобрабатывающей и нефтехимической промышленности, металлургические комбинаты и т.д.

Системное представление объекта в рамках параметрической теории систем имеет смысл только в том случае, если на основе такого представления возможна характеристика объекта, определяющая его системную специфику. Такая характеристика может быть осуществлена с помощью системных параметров. В противоположность таким свойствам, как, например, число людей, занятых на предприятиях комплекса, географическое положение комплекса и т.д., которые не являются специфическими, ибо могут характеризовать предметы и не рассматриваемые в качестве систем, системные параметры характеризуют объекты именно в качестве систем.

Для дальнейшего анализа введем следующие обозначения: гомогенность и гетерогенность (P_1^+ и P_1^-),

ее незавершенность (P_2^-), завершенность (P_2^+), неминимальность (P_3^-), минимальность (P_3^+). Стабильность по структуре – (P_4^+). Соответственно (P_4^-) будет означать нестабильность по структуре. Стационарность – (P_5^+), соответственно (P_5^-) – нестационарность. Упорядоченность – (P_6^+), неупорядоченность – (P_6^-), авторегенеративность по субстрату – (P_7^+) и авторегенеративность по структуре – (P_8^+). Противоположные значения этих параметров будут соответственно обозначены как (P_7^-) и (P_8^-). Внешнерегенеративность по субстрату – (P_9^+). Соответственно для системы, восстанавливающей таким образом свою структуру, будем иметь обозначение (P_{10}^+). Отрицательные значения этих параметров обозначаются (P_9^-) и (P_{10}^-). Элементарно-автономность – (P_{11}^+). Обозначение противоположного значения этого параметра – (P_{11}^-). Центрированность – (P_{12}^+). Соответственно – (P_{12}^-). Детерминированность – (P_{13}^+). Соответственно – (P_{13}^-). Не элементарность – (P_{14}^-). Противоположный тип – (P_{14}^+). Имманентность – (P_{15}^+), неимманентность – (P_{15}^-).

Любой народнохозяйственный комплекс как некоторый тип системы может быть охарактеризован определенным набором значений системных параметров. Пусть народнохозяйственный комплекс в качестве системы определен по системообразующему отношению взаимобусловленности производственного процесса между различными отраслями производства (включая и непродовольственную сферу), трудовыми и природными, в частности водными, ресурсами.

Очевидно, что такого рода система всегда является гетерогенной, ибо роль такого ее элемента, как трудовые ресурсы, всегда будет отличаться от роли предприятий той или иной отрасли (или водных ресурсов). Народнохозяйственный комплекс в определенном смысле – стационарная система, ибо мы, например, можем заменить одни водные ресурсы другими, эквивалентными в количественном и качественном отношении, и это не нарушит структуру системы, а следовательно, и ее функционирование.

Народнохозяйственный комплекс – упорядоченная система в том смысле, что трудовые ресурсы не могут

занять место водных. Здесь не имеется в виду пространственная локализация предприятий. Очевидно также, что элементы субстрата народнохозяйственного комплекса не обладают признаками системы в целом. Значит, эта система не элементарно автономная.

Далее, любой народнохозяйственный комплекс как часть народного хозяйства СССР в целом не является имманентной системой, поскольку функционирование этого комплекса можно понять лишь в его взаимосвязи с другими народнохозяйственными комплексами.

Таким образом, любой народнохозяйственный комплекс, рассматриваемый как система в определенном выше смысле, будет характеризоваться следующим набором значений системных параметров: $(P_1^-, P_5^+, P_6^+, P_{11}^-, P_{15}^-)$. Что касается остальных (из перечисленных выше) системных параметров, то их значения могут быть разными у различных типов народнохозяйственных комплексов.

Так, промышленный пункт чаще всего представляет собой минимальную систему, ибо если его хозяйство сосредоточено вокруг одного предприятия, то с его элиминацией он перестает функционировать в качестве народнохозяйственного комплекса. Далее, это центрированная система, ибо различные элементы субстрата связываются системообразующими отношениями именно через это предприятие. Элементы, составляющие промышленный пункт, сами не являются системами по тому же системообразующему отношению, что и промышленный пункт. Значит, промышленный пункт – элементарная система. Итак, промышленный пункт может быть охарактеризован в качестве системы набором значений системных параметров: $(P_1^-, P_5^+, P_6^+, P_{11}^-, P_{15}^-, P_3^+, P_{12}^+, P_{14}^+)$.

Промышленный центр, в котором расположено несколько предприятий различных отраслей, в противоположность промышленному пункту может не быть центрированной системой, поскольку каждая отрасль может иметь относительно самостоятельное значение. Вместе с тем это неминимальная система, ибо она сможет функционировать при утрате того или иного из своих элементов. И это также элементарная система.

Итак, для промышленного центра в отличие от промышленного пункта имеем: $(P_1^-, P_5^+, P_6^+, P_{11}^-, P_{15}^-, P_3^-, P_{14}^+)$,

Промышленный узел в отличие от промышленного центра уже наверняка не будет центрированной системой, поскольку он представляет собой объединение двух или более промышленных центров, каждый из которых соотносит друг с другом различные элементы субстрата этой системы. Для решения вопроса о том, будет ли промышленный узел элементарной системой, необходимо уточнить понятие субстрата этой системы. Если в субстрат входят не только отрасли, но и промышленные центры, т.е. если субстрат определяется не только по отраслевому, но и по территориальному принципу, то промышленный узел, несомненно, неэлементарная система, поскольку входящие в его состав промышленные центры будут системами по тому же самому системообразующему отношению, что и узел в целом. Таким образом, промышленный узел может быть охарактеризован следующим набором значений системных параметров: (P_1^- , P_5^+ , P_6^+ , P_{11}^- , P_{15}^- , P_3^- , P_{12}^- , P_{14}^-).

Что касается остальных типов народнохозяйственных комплексов (промышленная агломерация, промышленный район, территориально-производственный комплекс), то с системно-параметрической точки зрения разница между ними, по-видимому, не может быть выявлена. И это не свидетельствует об ограниченности такого подхода. Это говорит лишь о том, что различие между этими комплексами не имеет теоретико-системного характера. Оно определяется лишь размерами – территориальной протяженностью комплекса. По существу промышленная агломерация – это разросшийся промышленный узел. То же можно сказать и о промышленном районе, и о территориально-производственном комплексе. Качественные изменения – в плане специфически системных характеристик – при таком разрастании не происходят. Поэтому различия между указанными типами народнохозяйственных комплексов при рассмотрении теоретико-системных проблем можно не принимать во внимание.

Прикладную значимость системно-параметрического описания объектов (в частности, народнохозяйственных комплексов) удобнее всего выявить на примерах решения задач прогнозирования их развития. Н.П. Федоренко выделяет четыре типа методологических подходов к прогнозированию в социально-экономической области. К первому относится качественный метод прогнозирования,

который исходит из общих закономерностей общественного развития. Как пример приводятся работы таких американских ученых, как Рос-тоу, Боулдинг, Белл, Гелбрейт и т.д., использующих для прогнозов идеи стадий роста индустриального и постиндустриального общества и т.д. «Их взгляды являются смесью остроумных прозрений, апологетических измышлений и критики современного капитализма»¹⁵⁷. Не останавливаясь на более детальной критике этих взглядов, поскольку это не входит в задачу настоящей работы, отметим, что такого рода прогнозы неминуемо имеют глобальный характер. Они относятся не к отдельному народнохозяйственному комплексу, а по крайней мере к экономике той или иной страны в целом. Что касается более конкретизированных прогнозов, то здесь используются иные методы, такие, как метод экспертных оценок и экстраполяционный. Эффективность этих методов может быть повышена с помощью применения тех или иных приемов системного анализа.

Остановимся подробнее на вопросах качественного метода прогнозирования, основанного не на общих закономерностях общественного развития, а на закономерностях общесистемного характера, представляющих собой связи между значениями системных параметров.

В качестве аналогии для понимания сути такого прогноза можно привести использование геометрических соотношений при прогнозировании физических явлений. Если нам известен объем шарика, то мы можем вычислить его диаметр, и если он окажется больше, чем диаметр отверстия, к которому летит шарик, то можно предсказать, пройдет ли он через отверстие или нет. В этом примере предсказание носит достоверный характер, ибо таков характер геометрического соотношения. В нашем случае, поскольку мы опираемся пока на закономерности статистического характера, предсказание может быть только вероятностным.

Рассмотрим некоторые примеры. Среди приведенных нами системных параметров есть такие, значения которых фиксированы для любого народнохозяйственного комплекса. Выше они были определены. Значения других параметров факультативны. Они могут быть различными

¹⁵⁷ Федоренко Н.П. О методах социально-экономического прогнозирования. – Методология прогнозирования экономического развития СССР. – М., 1971, с.11.

у разных народнохозяйственных комплексов. Так, одни комплексы могут быть стабильными по структуре, а другие нет (P_4^-). Одни комплексы способны сами (P_4^+) восстанавливать свои элементы, т.е. быть авторегенеративными по субстрату (P_7^+), а другие нет (P_7^-).

На первый взгляд может показаться, что нет связи между обеими параметрическими характеристиками. Тем не менее, статистическое исследование показало, что не существует систем, обладающих авторегенеративностью по элементам, неимманентных и нестабильных одновременно (см. стр. 184). Поскольку любой народнохозяйственный комплекс СССР, как было показано выше, является неимманентной системой, то можно предсказать, что приобретение свойства авторегенеративности по субстрату будет означать стабильность по структуре и, наоборот, нестабильность по структуре приведет к невозможности внутренними силами восстанавливать элементы.

Более конкретно это означает следующее. Народнохозяйственный комплекс может обойтись без внешней помощи в восстановлении по какой-то причине (стихийное бедствие, истощение водных ресурсов и т.д.) утраченных элементов лишь в том случае, если его структура достаточно гибка, если он может функционировать при тех или иных отклонениях от фиксированных норм.

Применительно к народнохозяйственным комплексам возможны различного типа прогнозы. Так, народнохозяйственный комплекс, обладающий свойством стабильности по структуре и авторегенеративностью по субстрату, скорее всего не будет относиться к классу промышленных пунктов. Это следует из того, что системы, обладающие одновременно авторегенеративностью по субстрату, нестабильностью по структуре и центрированностью, встречаются крайне редко, а как показано выше, промышленный пункт обычно центрированная система. Значит, комплекс, стабильный по структуре и авторегенеративный по субстрату, скорее всего не будет центрированным, т.е. не будет промышленным пунктом. Авторегенеративность по субстрату может быть свойственна лишь системам типа промышленного узла или агломерации.

На основании общесистемной закономерности можно сделать прогноз о развитии промышленного пункта в промышленный центр, в котором функционируют несколько предприятий. Неимманентная система является, как правило, нецентрированной. Поэтому если и возникают централизованные неимманентные системы типа промышленного пункта, то они имеют тенденцию к превращению в нецентрированные.

Так, если народнохозяйственный комплекс может самостоятельно восстанавливать свою структуру, то это обычно бывает в тех случаях, когда комплекс стабилен по своей структуре, ибо всякая авторегенеративная по отношению система, как правило, стабильна.

Таким образом, прогноз на основе статистических закономерностей является вероятностным. Однако наряду с этим существуют возможности для аналитического установления связей между системными параметрами, которые позволяют сделать метод таких прогнозов более достоверным.

Другое направление развития системного анализа, связанное с проблемой прогнозирования, заключается в установлении корреляции между значениями системных параметров и других свойств систем, представляющих тот или иной интерес для экономиста.

4. ОБЩЕСИСТЕМНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ

Выше, в главе III, уже был рассмотрен вопрос о противоположности категорий «система – хаос», «порядок – беспорядок». Здесь будут рассмотрены вытекающие из такого подхода следствия. Прежде всего понятия «порядок – беспорядок» можно рассматривать в качестве особого линейного системного параметра. Как было показано выше, этот параметр недостаточно четко определен. Введение меры беспорядка – энтропии как будто бы делает этот параметр более четким, поскольку эта мера имеет численное выражение, как, например, в теории информации. В частности, это относится к мере Шеннона. В отличие от термодинамической энтропии энтропию, определяемую по формуле Шеннона, можно рассматривать как достаточно строгую меру системного параметра, но будет ли этот параметр «порядком – беспорядком»?

Простейший пример заставляет усомниться в этом. Энтропия опытов, связанных с бросанием правильной игральной кости, будет больше, чем энтропия, связанная с бросанием фальшивой кости, у которой одна половина тяжелее другой. Интуитивная оценка меры порядка будет выше для правильной игральной кости, чем для неправильной. Энтропия, по Шеннону, является мерой не беспорядка, а иного системного параметра – субстратной однородности систем. То же *mutatis mutandis* можно, по-видимому, сказать и о других мерах, принятых в теории информации.

Возникает вопрос: нельзя ли использовать для определения направления времени не параметр порядка, а параметр однородности, поскольку последний имеет точное, числовое выражение? Ответ на этот вопрос зависит от того, существует ли общий закон возрастания энтропии как меры однородности систем. Оснований для предположения о существовании такого закона, по-видимому, мало. Можно привести примеры и в пользу, и против такого предположения. Так, с одной стороны, поскольку горы выветриваются, а лощины заполняются наносами, это говорит в пользу возрастания однородности. С другой – поскольку овраги делают местность более неровной, это свидетельствует об обратном. В свое время Г. Спенсер сформулировал в качестве общей закономерности мироздания тенденцию перехода от однородности к разнородному. «Развитие, – писал он, – есть интеграция вещества, которая сопровождается рассеянием движения и в течение которой вещество переходит из состояния неопределенной, бессвязной однородности в состояние определенной и связной разнородности, а сохраненное веществом движение претерпевает аналогичное превращение»¹⁵⁸. Михайловский, критикуя Г. Спенсера, на многочисленных примерах стремился доказать, что вполне однородное не может стать разнородным само по себе, но что существует общемировой закон перехода от менее разнородного к более разнородному¹⁵⁹.

В обоих случаях, т.е. и по Спенсеру, и по Михайловскому, общемировым законом является закон убывания энтропии как меры однородности систем. По-видимому,

¹⁵⁸ См. Спенсер Г. Сочинения, т. I. СПб, 1896, с. 237.

¹⁵⁹ См. Михайловский Н.К. Что такое прогресс? Пг., 1922,

решить вопрос о том, какая же именно тенденция – к росту однородности или разнородности систем – является господствующей, на уровне эмпирического знания невозможно.

Но как отмечалось выше, кроме рассмотренных, существует много иных линейных системных параметров. Каждый из них в принципе мог бы быть использован для определения направления времени. При этом и здесь опять-таки может быть использована энтропийная мера. Выше было показано, что с помощью этой меры может быть дана оценка «простоты – сложности» систем как значений одного из линейных системных параметров. Однако эмпирические данные не дают возможности однозначно определить, имеют ли системы тенденцию к усложнению или упрощению.

Другие параметры, и в частности бинарные, нельзя связать с понятием энтропии. Анализ закономерностей развития систем, связанных с этими параметрами в том же плане, в котором он производился применительно к энтропии как мере беспорядка, также весьма существен. Однако этот анализ выходит за рамки настоящей работы. Нет оснований полагать, что эмпирические данные будут более определенно свидетельствовать в пользу той или иной закономерности. Поэтому целесообразно попытаться подойти к этой проблеме с теоретической стороны. Известно, что Л. Больцман, формулируя связь между ростом энтропии и направлением времени, опирался не столько на эмпирические факты, сколько на убеждение в том, что беспорядок в системах более вероятен, чем порядок, и что системы сами по себе стремятся перейти из менее вероятного состояния в более вероятное. Оба этих понимания могут быть подвергнуты сомнению. Но независимо от истинности указанных положений их вероятностный характер не позволяет сделать требуемые выводы.

Рассмотрим иные возможности решения указанной проблемы в теоретическом плане. Приведенный выше анализ системных параметров показал, что их логическая структура может быть выражена с помощью категорий «вещь», «свойство», «отношение». Использование этих категорий позволяет наметить определенный подход к фиксации трудностей и путей их преодоления.

Общая черта всех попыток определения направления времени

заключается в поиске некоторого асимметричного отношения между вещами, в частности процессами. И каждый раз оказывалось, что обнаруживаемая асимметрия имеет статистический характер, что недостаточно для решения проблемы.

Развиваемый нами путь предполагает переход к *отношениям второго порядка*, т.е. между вещами, с одной стороны, и *отношениями*, в них существующими, – с другой. Именно здесь, как нам представляется, может быть найдена искомая асимметрия, имеющая не статистический, а динамический характер. В качестве объекта рассмотрения возьмем отношение второго порядка, которое, грубо говоря, можно назвать влиянием, воздействием. Именно о такого рода отношении шла речь в дискуссиях по философским вопросам общей теории относительности, когда выдвигалось утверждение о взаимодействии пространственно-временного континуума с материей.

В связи с поставленным вопросом воспользуемся понятиями *внутреннего* и *внешнего* отношения. Каким образом вещи a_1, \dots, a_n могут влиять на отношение между ними? Здесь могут быть два случая. В первом из них отношение R является внутренним для своих коррелятов. Тогда вещи могут изменить отношение R между ними лишь путем своего собственного изменения. Во втором случае R является внешним отношением для a_1, \dots, a_n . Тогда отношение может быть изменено в результате воздействия вещей b_1, \dots, b_k , внешних для множества a_1, \dots, a_n . Таким образом, можно сформулировать следующее утверждение: «Если вещи в системе не меняются, то отношения между ними не могут измениться иначе, чем в результате внешнего воздействия».

Двойственное этому утверждение будет таким: «Если отношения в системе не меняются, соотносящиеся вещи не могут измениться иначе, чем в результате внешнего воздействия». И это утверждение будет неверным. Принцип двойственности, истинный для пар категорий «свойство – отношение» и «вещь» – «свойство», не подходит к паре «вещь» – «отношение». Именно здесь заключена та асимметрия, с помощью которой может быть определено *направление времени*. Вещи, находящиеся в данных отношениях, могут меняться под влиянием именно данных отношений, независимо от какого-либо внешнего воздействия. Можно привести многочисленные

примеры, подтверждающие это. Если между людьми установлено некоторое отношение, например отношение управления, то оно меняет этих людей, несмотря на то, что само сохраняется без изменения. Именно на эту особенность отношений уповали в старину, устраивая браки между людьми по принципу «поживется – слюбится».

Не только люди, но и неодушевленные вещи «привыкают» друг к другу, точнее, к тем отношениям, которые между ними установлены. Резиновый мячик деформируется при ударе о стенку, отскакивает от нее, восстанавливая свою форму. Но если прижать мячик к стенке и сохранять это отношение плотного прилегания между ними много лет, то и мячик приспособится к нему. Отношение не изменилось, а он изменится.

Как известно, обычные попытки определения направления времени связаны с обобщением результатов термодинамики. Мы же будем опираться на данные иной науки, получившей самостоятельность совсем недавно. Это *реология* – наука о деформациях и течениях. Тезис «поживется – слюбится» на языке реологии выражается следующим образом: «Останавливаясь кратко на результатах опытов по изучению влияния предварительного растяжения под давлением на последующие деформации растяжения, сжатия и сдвига, отметим, во-первых, что напряжение течения при повторном растяжении в условиях атмосферного давления оказывалось значительно меньше, чем в процессе предварительного деформирования, но наклон кривой упрочения под давлением был больше наклона соответствующей кривой в случае предварительного деформирования при атмосферном давлении»¹⁶⁰.

Мы выяснили некоторую **асимметрию в отношении второго порядка между вещами и отношениями**. В качестве дальнейшего шага в решении рассматриваемой проблемы введем понятие *реляционного коллапса*. В качестве модели используем понятие гравитационного коллапса. Известно, что при гравитационном коллапсе любое материальное образование, включая фотоны, раз попав в определенную зону, уже не может из нее выйти. Реляционный коллапс означает, что *вещи, вступив в определенное отношение, достигают под воздействием*

¹⁶⁰ Реология, Теория и приложения М, 1962, с 371

этого отношения такого состояния, что уже не могут избавиться от этого отношения иначе, чем прекратив свое существование в качестве данных предметов.

Гравитационный коллапс можно рассматривать как частный случай реляционного коллапса. Мячик, потерявший упругость в результате тысячелетнего лежания на столе, является примером вещи, находящейся в состоянии реляционного коллапса относительно отношения сходства поверхностей. *Старение организма, по-видимому, тоже связано с реляционным коллапсом*, в который вступают элементы этой системы. Математически реляционный коллапс выражается в виде функций, на значения которых, начиная с некоторого значения аргумента, накладываются определенные ограничения.

Эти соображения необходимо теперь перевести на язык системных параметров, с помощью которых можно выразить общесистемную закономерность, определяющую направление времени. Выше был определен параметр, делящий системы на внутренние и внешние в зависимости от того, является ли системообразующее отношение внутренним или внешним для субстрата системы (см. стр. 165).

Можно утверждать, что *субстраты внутренних систем, относительно которых имеет смысл введение понятия состояния, находятся в условиях реляционного коллапса*. Это положение можно доказать путем рассуждения от противного. Если бы субстрат не находился в условиях реляционного коллапса, то это означало бы, что элементы субстрата могут соотноситься способом, отрицающим тот, который фиксируется системообразующим отношением. Переход от этого отношения к отрицающему его отношению может быть осуществлен благодаря воздействию внешних или внутренних факторов. Но внешние факторы сами по себе не могут изменить это отношение, поскольку по условию оно является внутренним для своих коррелятов. Внешние факторы могут влиять на это отношение лишь через изменение коррелятов отношения. Если же изменение коррелятов внутреннего отношения может привести к тому, что это отношение перестанет быть внутренним, то тем самым будет найден способ изменения отношения без изменения самих коррелятов. Но это противоречит самому понятию внутреннего отношения. Из доказанного положения следует, что если внешняя система превратится

во внутреннюю, то она так и останется внутренней системой.

Таким образом, общесистемной закономерностью является *переход от внешних систем к внутренним*. Конечно, исходя из общих соображений, нельзя сказать, когда и какая из них превратится из внешней во внутреннюю. Это определяется статистически. Но обратные переходы исключаются на основании вышеприведенных соображений. Отсюда, как нам представляется, и возникает возможность определения направления времени: *время течет в ту сторону, которая соответствует переходам от внешних к внутренним системам*.

Мы рассмотрели один параметр и одну общесистемную закономерность, связанную с этим параметром, которые можно использовать для определения направления времени. По-видимому, аналогичным образом могут быть использованы и другие параметры.

В связи с этим возникает вопрос: если направление времени связано с переходом от одного типа систем к другим, то почему же вселенная до сих пор не достигла такого состояния, при котором имеют место системы лишь одного типа? Подобная проблема – проблема тепловой смерти – возникает при энтропийном подходе к определению направления времени. Однако там положение смягчается взаимностью обратных переходов с понижением величины энтропии. Кроме того, можно привести ряд других соображений физического и философского порядка против неизбежности тепловой смерти. В нашем же случае способ решения проблемы иной. Переход от внешних к внутренним системам относится к их развитию. Наряду с развитием происходит возникновение, генезис новых систем. Понятие генезиса во многих аспектах, и в частности системных, существенно отличается от понятия развития¹⁶¹. Возникающие системы могут быть как внешними, так и внутренними. Первые переходят в последние. Наряду с этим происходит возникновение новых внешних систем. И т.д.

¹⁶¹ См. Погорелое О.Ф. Системний підхід до аналізу процесу генезису – «Філософські проблеми сучасного природознавства», вип 27. Київ, 1972.

ГЛАВА IX

ПРИМЕНЕНИЕ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ К ПРОБЛЕМАМ ОПТИМИЗАЦИИ

1. СООТВЕТСТВИЕ ЯВНОЙ И ЛАТЕНТНЫХ СТРУКТУР СИСТЕМЫ КАК УСЛОВИЕ ЕЕ ОПТИМАЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Явная структура системы – это ее системообразующее отношение. Например, явная структура производственного коллектива – это то отношение, которое определяет производственный процесс, в рамках этого отношения элементы ее выступают в качестве мастера, бригадира, рабочего и т.д. Но кроме явного, в любой системе существует множество неявных – латентных отношений, не удовлетворяющих данному системообразующему свойству. Например, отношения по возрасту, по происхождению, эмоциональные отношения и т.д. Каждое из них тоже может стать системообразующим, но уже по другим системообразующим свойствам. Они будут образовывать другие системы на том же субстрате.

Черноморско-Азовский бассейн как систему можно рассматривать на основе системообразующего отношения «производства – потребления». В таком случае другие отношения в той же системе – управленческие, финансовые, демографические, географические, транспортные и т.д. – будут несистемообразующими, они образуют латентные структуры системы.

Различные структуры на одном и том же субстрате могут быть, в свою очередь, в разных отношениях друг с другом. Довольно частым является отношение конфликта; нас же здесь интересует иное отношение, обеспечивающее оптимальное функционирование объекта, в частности Черноморско-Азовского бассейна.

Социологи давно заметили, что малая группа функционирует лучше, если, скажем, формальный и неформальный лидеры в группе являются одним и тем же лицом и, вообще, если структуры формальных и неформальных отношений совпадают. Так называемая семейственность – зло в том случае, если она создает иную структуру неформальных отношений, чем явная, в результате чего действия того или другого человека могут быть иными, чем это требуется целями системы. Однако при совпадении структур, например, когда бригадир является отцом, а все рабочие – его сыновьями и отношения субординации и координации в обеих структурах совпадают, семейственность может иметь положительное значение.

Известное положение марксизма, согласно которому характер производственных отношений должен соответствовать характеру производительных сил, представляет собой яркий пример выявления соответствия явных и латентных структур системы как условия ее оптимального функционирования.

Возьмем совершенно иную область – изготовление изделий из металла. Известно, что ковка их имеет большое преимущество перед обработкой металлов резанием, скажем, на токарном или строгальном станке. Оно связано с тем, что в случаековки внутренняя структура металла в изделии соответствует явной структуре – требуемой геометрической форме. В случае отсутствия такого соответствия изделие легче деформируется в процессе эксплуатации. Латентная структура дерева часто проявляется в различного рода дефектах деревянных изделий. Искусство мастеров деревянных сооружений тесно связано с использованием именно латентных структур дерева.

Из таких примеров видно, что *соответствие явной и латентных структур систем является условием их оптимального функционирования*. В качестве более общего положения можно сформулировать следующее: оптимальное функционирование объекта будет иметь место в том случае, *если значения системных параметров различных систем, построенных на этом объекте как на субстрате, совпадают*.

Большое теоретическое значение имело бы дедуктивное обоснование выдвинутых положений. Оно может быть сделано с помощью изложенного выше формального

аппарата. Однако это выходит за рамки на стоящей работы.

2. ТЕОРЕТИКО-СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ОХРАНЫ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Одной из наиболее перспективных сфер применения системного подхода является проблема охраны окружающей среды. Значимость этой проблемы становится все более очевидной. Если в прошлом развитие народного хозяйства оказывало сравнительно небольшое влияние на состояние окружающей среды и поэтому проблема ее охраны не имела существенного значения, то сейчас развитие народного хозяйства может нанести непоправимый ущерб окружающей среде, что в свою очередь не может не затормозить дальнейшее развитие народного хозяйства. Поэтому охрана среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов необходимы для обеспечения всемерного роста эффективности общественного производства, повышения народного благосостояния. Как отмечено в материалах XXIV и XXV съездов КПСС, для решения этих задач требуются *комплексные программы, система мероприятий*.

Исследование окружающей среды относится к глобальным проблемам. Оно должно проводиться в рамках целой системы наук, в широких международных масштабах. Между тем до недавнего времени эта проблема рассматривалась чаще всего не в широком системном плане, а в основном на базе слабовзаимоувязанных сведений частного характера и на полуэмпирическом уровне. Это обусловлено отсутствием «развернутой теории, описывающей общие закономерности взаимоотношения природы и общества... учитывающей принципиальные изменения этих взаимоотношений в различных социально-экономических системах»¹⁶².

По вопросу о том, какой должна быть такая теория, в научной литературе нет единого мнения. Однако становится все более общепризнанным, что «ни одна из наук в настоящее время не может претендовать на

¹⁶² Шварц С.С. Проблемы экологии человека – «Вопросы философии», 1974, № 9, с 106.

единоличное лидерство в процессе создания теории преобразования биосферы», что необходимы как минимум экология и экономика с сохранением за философией «функции методологического поиска»¹⁶³.

Выделение экономики и экологии как необходимых компонентов новой теории вполне правомерно. Вместе с тем очевидны трудности, связанные с созданием такой науки. Ясно, что она не может быть создана путем слияния экономики и экологии. Дело хотя бы в том, что экологии, с которой могла бы слиться экономика, пока не существует. Ведь речь идет не об экологии того или иного вида животных, а об экологии человека. Такая экология пока не создана.

Вместе с тем экология не может быть развита путем дедукции из законов экономического развития. Дело в том, что одного экономического подхода недостаточно для решения задач регулирования отношений между экономикой и окружающей средой.

Некоторые авторы полагают, что теоретической основой новой науки может быть физика, исходя из вовлеченности физико-химических форм движения материи в состав любых сложных материальных систем и их движения. Так, И.Б. Новик считает важным фактором создания новой науки синтез физики и биологии¹⁶⁴.

При подчеркивании роли физики в построении теории взаимодействия общества и природы особый упор делается на термодинамический подход к процессам в биосфере, на изучение характера изменения энтропии в процессе природопреобразующей деятельности общества. Экологи, отмечая определяющую роль качества среды при оценке преобразующей деятельности человека, склонны считать «экологизацию науки» вообще важным моментом в преодолении экологического кризиса¹⁶⁵. Некоторые ученые считают, что коренным условием управления биосферой является направленность химических воздействий на химическую среду и химическую основу живого. Каждый из указанных подходов является

¹⁶³ Вьюницкий В.И. Социальный и науковедческий смысл дискуссий о теории преобразования биосферы. – Методологические основы теории преобразования биосферы. Тезисы к Всесоюзному совещанию. – Свердловск, 1975, с 31.

¹⁶⁴ См Новик И.Б. Интегративность – принцип оптимизации биосферы – Там же, с. 69.

¹⁶⁵ См Шилин К.И. Экологизация экологии. – Там же, с 105.

слишком узким, чтобы он мог быть положен в качестве теоретической основы новой науки.

Проблемы регулирования отношений между народным хозяйством и окружающей средой являются такими, которые, строго говоря, не относятся ни к одной из традиционных наук: ни к биологии, ни к физике, ни к химии и т.д., хотя, несомненно, она имеет и биологическую, и физическую и тому подобные стороны. Эти проблемы порождены не логикой развития знания, в отличие, например, от проблемы парадоксов в теории множества, а быстро меняющимися условиями существования человечества.

Для выяснения того, к какой сфере знания могла бы относиться будущая теория оптимального взаимоотношения природы и общества, необходимо выяснить характер законов, которые должны иметь место в будущей науке. Известно, что, чем более общими, фундаментальными становятся экологические законы, тем больше они по своему характеру приближаются к общесистемным законам.

Самые общие экологические законы, по существу, являются *общесистемными*, они не имеют чисто экологической специфики. Таковы, например, закон оптимального роста биологических систем, соответствующего возможностям окружающей среды, закон о том, что **любое частное проявление в системе должно соответствовать (быть соотнесенным) целевой функции той системы**, элементом которой оно является. Это означает, что закономерности новой науки относятся не к веществу или энергии, а к системам. Здесь проблема оптимизации отношения одной системы – человечества – с другими системами, называемыми геосферой и биосферой, играющими роль среды по отношению к первой. Поскольку мы имеем дело с проблемой отношения между системой и ее средой, естественно считать, что та более широкая сфера знания, о которой идет речь, – это знание о системах – общая теория систем, или системология. Поэтому нельзя не согласиться с тем, что «признанной методологией решения подобных (экономико-экологических – А.У.) проблем и конструирования организаций для этих целей является методология системного анализа»¹⁶⁶.

¹⁶⁶ Мелешкин М.Т., Халимский Е.Д. «Методологические основы моделирования экономики экологических систем». – «Проблемы экономики моря». – Одесса, 1974, № 3, с 3.

Даже в том случае, когда подчеркивается важность какого-либо конкретно-научного подхода для решения проблемы «человек – окружающая среда», этот подход не противопоставляется системному подходу. Наоборот, последний предполагается как необходимая методологическая предпосылка. Так, И.Б. Новик и А.Н. Фомичев пишут: «Термодинамический подход не только объясняет причины деградации окружающей среды, но и указывает некоторые общие пути уменьшения этой деградации, пути установления оптимумов в системе «техника – человек – природа». Основным методологическим принципом такой оптимизации служит обобщение системного подхода применительно к биосфере»¹⁶⁷.

Как было показано в предшествующих главах, системный анализ опирается на те или иные идеи общей теории систем. Поэтому целесообразно рассмотреть проблему охраны и рационального использования окружающей среды в плане вышеизложенной параметрической общей теории систем. На языке этой теории поставленная проблема связана с определением условий существования между системой «народное хозяйство – окружающая среда» определенного значения реляционного системного параметра. Напомним, что реляционный системный параметр – это определенный тип отношений между системами (см стр. 144).

Если в качестве первого члена отношения взять окружающую среду, то набор основных возможных значений такого параметра будет следующий. Среда может:

- 1) исключать возможность развития народного хозяйства,
- 2) все более и более тормозить его развитие;
- 3) обеспечить временное развитие с последующим затормаживанием;
- 4) обеспечить непрерывное развитие.

Конечно, мы заинтересованы в том, чтобы между средой и народным хозяйством имело место четвертое из перечисленных отношений. Из такой постановки вопроса сразу же следует существенный вывод. Поскольку

¹⁶⁷ Новик И Б , Фомичев А Н Энтропийные и антиэнтропийные аспекты оптимизации взаимоотношения «человек – среда» – «Фило софские науки», 1976, № 1, с 73

значение реляционного системного параметра сохраняется, а народное хозяйство непрерывно развивается, это означает, что **должна развиваться и окружающая среда**. Поэтому призывы к «сохранению» или «консервации» окружающей среды в качестве лозунга, определяющего существо нашего отношения к ней, нуждаются в уточнении. Когда этот термин употребляют **биологи, они имеют в виду консервацию** среды в определенных ареалах и буквальном смысле, т.е. сохранение животного и растительного мира в том виде, в каком он существует в данный момент, пусть ценой полного изъятия этих ареалов из народного хозяйства и даже прекращения доступа в них человека, за исключением специалистов – биологов.

Несомненно, сохранение некоторых участков земной поверхности в нетронутом виде ради определенных научно-исследовательских целей очень важно.

Но даже если удастся сохранить флору и фауну в тех местах, куда будет запрещен вход туристам, все равно развитие современной промышленности требует колоссальных преобразований природы, и прежде всего изъятия из ее кладовых несметных богатств полезных ископаемых и других ресурсов наряду со все более возрастающим загрязнением поверхности земного шара, особенно водной, и атмосферы.

Поэтому некоторые ученые, работающие над этой проблемой, как, например, С.С. Шварц, говорят не о сохранении биосферы, а о ее *преобразовании*, темпы которого все более возрастают. При этом «рост темпов эволюции», по их мнению, не вызывает тревоги. Они утверждают, что отношение между человеком и природой всегда было антагонистично. **Если обезьяна приспосабливается к природе, то человек покоряет ее. В этом его сущность, и, отказавшись от покорения природы, он отказался бы от того, чтобы быть человеком.**

Обе концепции – и консервации природы, и неограниченного изменения ее – могут быть подвергнуты критике с точки зрения общесистемного подхода. Первая из них противоречит тому соотношению, которое необходимо имеет место между рассматриваемым реляционным системным параметром и характеристиками соотносящихся систем по атрибутивным системным параметрам. Значение данного реляционного параметра является

внутренним отношением для сопоставляемых систем – народного хозяйства и окружающей среды. Ведь изменено это отношение может быть лишь в результате достижений самого народного хозяйства. Воздействие на окружающую среду не может быть иным, кроме народно-хозяйственного. Это значит, что изменение отношения определено лишь изменением в соотносящихся объектах, т.е. отношение является для них внутренним. Наличие определенного набора значений атрибутивных системных параметров, характеризующих одну систему – народное хозяйство, при данном значении реляционного системного параметра определяет значения соответствующих атрибутивных параметров, характеризующих другую систему.

Таково теоретико-системное основание утверждения о том, что консервация окружающей среды не может быть условием непрерывного развития народного хозяйства. Из этого основания следует, что *для сохранения постоянного внутреннего отношения к развивающемуся народному хозяйству окружающая среда также должна развиваться соответствующими темпами.*

Для теоретико-системной критики точки зрения, выраженной С.С. Шварцем, необходимо экономику и окружающую среду рассмотреть как единую систему. В последнее время за рубежом создан ряд моделей, объединяющих обе эти системы в одну. Они основаны на представлении объединяемых систем в виде конечного автомата со входом и выходом. Это приводит к стиранию качественных различий между экономическими и экологическими понятиями и приписыванию природной среде экономических отношений и, наоборот, экологических отношений – народному хозяйству.

Однако возможны и иные модели такой системы, не предполагающие отождествления экономических и экологических отношений. Их построение выходит за рамки настоящей работы. Поэтому мы лишь обратим внимание на один момент, существенный в плане рассматриваемой сейчас проблемы. То отношение между народнохозяйственной и экологической подсистемами единой системы, которое мы желаем установить, является по существу *симметричным*. Окружающая среда только тогда будет соответствовать потребностям развития народного хозяйства, когда развитие народного хозяйства будет соответствовать возможностям среды. В предыдущем параграфе

был сформулирован принцип оптимальности функционирования, согласно которому система функционирует оптимально при условии совпадения логических свойств явной и латентных структур.

Очевидно, что отношение покорения, будучи *антисимметричным*, по этому логическому свойству *противоположно отношению соответствия*, установление которого в системе является нашей целью. Если считать, что стремление к покорению природы в отличие от приспособления к ней является неотъемлемым свойством человека, тогда наша единая система будет функционировать неоптимально. Однако следует отличать закономерности генезиса и закономерности развития человечества. Генезис *Homo sapiens* происходил в условиях борьбы с природой, в которой решающую роль играл трудовой процесс. В этом состоит действительно существенное отличие человека от обезьяны. Однако после того как сформировался *Homo sapiens*, действительно разумное поведение предполагает радикальное изменение отношения к природе. И человек в своей деятельности должен учитывать результаты своего воздействия на природу, *приспосабливаться к окружающей среде*. Однако это приспособление имеет принципиально иной характер, чем приспособление животных. Здесь имеет место своего рода отрицание отрицания. При низком уровне развития экономики приспособление к среде затруднительно. Чем более высок уровень, тем большие возможности открываются для такого приспособления. Конечно, речь идет не о приспособлении к неизменной, «законсервированной» среде. Процесс *приспособления к среде означает вместе с тем и ее изменение*. Превращение пустынь в цветущие сады, заселение водоемов необычными для них видами рыб, появление «вододелия» (разведение растений в воде) наряду с земледелием – все это не консервация, а изменение среды, которое было бы крайне затруднительно без помощи современной техники. Однако возможны и другие, неиндустриальные способы приспособления человека к окружающей среде. По-видимому, наиболее перспективен *синтез индустриальных и неиндустриальных методов*.

Важен вопрос о соотношении изложенных общесистемных закономерностей и тех выводов, которые вытекают из термодинамического подхода к рассмотренной нами системе «экономика – окружающая среда». Подчеркивая

универсальный характер второго начала термодинамики, означающего, что во всех процессах, протекающих в замкнутых системах, происходит рост хаоса, беспорядка, мера которого выражается энтропией, И.Б. Новик и А.Н. Фомичев ищут пути минимизации этого роста. В связи с этим они высказывают интересные соображения по поводу очистных сооружений и других принятых в настоящее время способов борьбы с загрязнением. «С позиций принципа наименьшего производства энтропии становится ясным, что ориентация на расширение компенсирующей деятельности, сопровождающей производственную, является вынужденной пока, но не оптимальной. Очистные сооружения сами, к примеру, представляют область загрязненной среды, и результатом процессов, идущих в них, может служить лишь увеличение энтропии, что неотрывно вообще от любого реального процесса, происходящего в замкнутой системе. И если очистное сооружение должно действительно служить делу улучшения среды, то оно должно являться системой открытой, и мы должны ясно себе представлять, где черпается негэнтропия, для того чтобы процесс не был энтропийным. В настоящее время большинство очистных сооружений используют процессы самоочищения, происходящие в природе, но необходимо помнить, что и естественные биосферные процессы очищения расходуют негэнтропию свободной энергии среды. Отсюда следует, что мы должны стремиться не к созданию производств, включающих в себя два рода деятельности – производственную и компенсирующую, а единственно правильным должны считать создание таких производственных процессов, которые обеспечивают минимум увеличения энтропии среды»¹⁶⁸.

В качестве примеров авторы приводят использование солнечной энергии, создание искусственной реакции фотосинтеза и т.д. Но таким образом, обеспечивая минимум увеличения энтропии среды, мы и приспособляемся к ней. Минимум увеличения энтропии – это как раз тот путь приспособления к среде, который характеризует животных в отличие от человека. Однако человек может стать на этот путь лишь с помощью чрезвычайно развитой науки и техники.

¹⁶⁸ Там же, с. 77.

Говоря о развитии окружающей среды, мы не исключаем и момента ее сохранения. Должны быть сохранены или, точнее, реставрированы все те характеристики окружающей среды, которые необходимы для физического и психического здоровья живущего в этой среде человека.

Если взять процентное содержание различных газов в атмосфере, уровень шума, качество воды, доминирующий цвет ландшафта и другие характеристики окружающей среды, которые наиболее полезны для человека и к которым он более или менее сознательно стремится, то, в общем и целом, эти характеристики окружающей среды несущественно отличаются от таковых периода становления *Homo sapiens* в качестве биологического вида.

Наиболее полезная вода – это не пиво или сидр, а вода родников; наиболее полезный шум – это шум лесов и прибоя; наиболее полезный воздух – это тот, который дальше всего от очагов цивилизации; наиболее благотворно действующий на нервную систему человека цвет – зеленый. Поскольку бурное развитие человечества последние тысячелетия связано не с биологическим, а с социальным развитием, параметры окружающей среды, определяемые биологическими потребностями, в течение этих тысячелетий практически не изменились. Поэтому для сохранения здоровья необходима не консервация среды в целом, а консервация этих черт окружающей среды. Развитие науки и техники создает возможность не только для этого, но и для их восстановления в тех случаях, когда они оказываются в той или иной мере утраченными. Реализация этих возможностей зависит не от науки и техники самих по себе, а, прежде всего, от того социального строя, в условиях которого используются наука и техника. Частный собственник предприятия заинтересован прежде всего в прибыли, и он не будет добровольно тратить средства на защиту окружающей среды. Проблема защиты и развития окружающей среды является социальной проблемой, в решении которой заинтересовано общество в целом. Поэтому именно здесь преимущества социализма проявляются в наиболее полной мере.

3. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И ПРОБЛЕМА РИТМА ЖИЗНИ

Для жизни каждого человека важнейшее значение имеет ее организация. Конечно, не о каждом человеке можно сказать, что его жизнь организована, не у каждого она представляет собой некоторую систему. Однако выше уже говорилось о том, что и хаос может быть рассмотрен как особого типа система.

Каким же образом может быть организована жизнь человека? Начнем с примера. Возьмем поразительную организацию жизни известного советского биолога Любичева, о котором рассказал писатель Даниил Гранин¹⁶⁹.

Повесть «Эта странная жизнь» – размышления по поводу структуры, принципов организации, по поводу «системы» жизни Любичева.

В чем сущность такой системы? Главное – четкий учет времени, буквально каждого часа. Ученый учитывал даже время, идущее на разговор с друзьями. На работу, отдых, спорт, питание он отводил строго определенное количество времени.

Герой повести обстоятельно планировал каждый год своей трудовой жизни, и поэтому он обычно был похож на предыдущий.

Д. Гранин считает, что такая организация жизни является идеальной, и советует каждому следовать ей по мере возможности, хотя автор признает, что основную задачу, которую Любичев ставил перед собой в жизни, он не решил – не создал периодической системы организмов. Не хватило времени.

Но действительно ли всем, в частности, всем ученым, стоит следовать такой системе? Для ответа на этот вопрос рассмотрим проблему оценки «ритма жизни» с помощью системных параметров, прежде всего параметра «простоты – сложности». Пусть мы имеем два отрезка времени, таких, что то, что происходит во втором, повторяет происходящее в предыдущем. Выразим это повторение с помощью рис. 2.

Разрежем эти рисунки в каком-либо месте и склеим первую часть первого графика со второй частью второго. Мы получим новый график, который будет совпадать

¹⁶⁹ См Гранин Д. «Эта странная жизнь» – «Аврора», 1974, № 2.

и с первым и со вторым. Согласно рассмотренной выше концепции «простоты – сложности» Н. Гудмена, такая система будет обладать большим значением характеристики, названной «самополнотой», и, следовательно, будет очень простой.

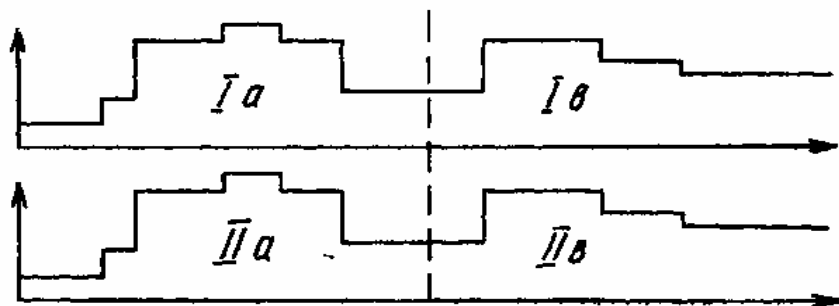


Рис 2

Способствует ли простота жизни решению сложных проблем? Поскольку сложность связана с разнообразием, рассматриваемая ситуация находится в сфере действия закона необходимого разнообразия, сформулированного У.Р. Эшби. Когда мы сталкиваемся с научной проблемой, то ее решение нам не известно. Имеет место некоторое разнообразие возможных решений проблемы. Обозначим его V_D . Этому разнообразию противостоит разнообразие вариантов мыслей исследователя, которое мы обозначим V_R . Задача исследователя – свести разнообразие V_D к нулю. У.Р. Эшби пишет: «Если V_D дано постоянное значение, то $V_D - V_R$ может быть уменьшено лишь за счет соответствующего роста V_R . Таким образом, разнообразие исходов, если оно минимально, может быть еще более уменьшено лишь за счет соответствующего увеличения разнообразия, которым располагает R .

Это и есть закон необходимого разнообразия. Говоря более образно, только разнообразие в R может уменьшить разнообразие, создаваемое D ; только разнообразие может уничтожить разнообразие»¹⁷⁰.

Поскольку мышление человека зависит от физического, физиологического и тому подобного состояния его организма, то это разнообразие является функцией разнообразия

¹⁷⁰ Эшби У.Р. Введение в кибернетику. М, 1959, с. 294.

образа жизни. Поэтому, исходя из общесистемных соображений, можно предположить, что система Любищева снижала разнообразие вариантов мыслей исследователя (V_R) и потому не столько способствовала, сколько препятствовала решению поставленной им перед самим собой научной проблемы. Сказанное относится к генерации основных, фундаментальных идей. Конечно, после того как эти идеи возникли, их необходимо разрабатывать, конкретизировать, воплощать, излагать и публиковать. Все это требует много времени. И здесь необходим его строгий учет.

Какие же практические выводы для других людей могут быть сделаны из анализа «системы жизни» Любищева?

Прежде всего, нам хотелось бы предостеречь против неправильных выводов из закона необходимого разнообразия. Обратит внимание на то, что речь идет именно о необходимом, а не о достаточном разнообразии. Человек, каждый день которого не похож на предыдущий, обладает большим разнообразием жизненных условий, но это не означает, что стоит ему захотеть, и он быстро решит любую проблему. Кроме разнообразия для решения научных проблем необходимы еще сила, глубина мысли. Без этой глубины разнообразие само по себе бессильно. Могут быть разнообразные пустые мысли.

Общесистемные соображения говорят об эффективности соединения силы мысли и разнообразия. Такое соединение— характерная черта деятелей эпохи Возрождения, о которой образно писал Ф. Энгельс: «Это был величайший прогрессивный переворот из всех пережитых до того времени человечеством, эпоха, которая нуждалась в титанах и которая породила титанов по силе мысли, страсти и характеру, по многосторонности и учености. Люди, основавшие современное господство буржуазии, были всем чем угодно, но только не людьми буржуазно-ограниченными. Наоборот, они были более или менее овеяны характерным для того времени духом смелых искателей приключений»¹⁷¹.

Понятно, что не каждый человек может рассчитывать на то, что он будет подобен тем деятелям эпохи Возрождения, о которых пишет Ф. Энгельс. Но каждый

¹⁷¹ Маркс К, Энгельс Ф. Соч., т 20, с 346.

должен иметь определенную «систему жизни», следование которой сделает его жизнь и деятельность более целеустремленными, более эффективными. Основной вывод, который напрашивается из предыдущего рассмотрения, заключается в том, что такие системы *должны быть разными в зависимости от характера задач*, решаемых человеком, и *типа его личности*. Системно-параметрическая характеристика системы жизни должна быть функцией системно-параметрической характеристики системы решаемых задач и системных характеристик типа личности. Проблема построения типологии личности может быть решена с помощью системного подхода на основе определения устойчивых сочетаний значений системных параметров, характеризующих личность, рассматриваемую как систему¹⁷². Однако до сих пор нет такой типологии. Поэтому любые рекомендации, не учитывающие типы личности и относящиеся к «человеку вообще», к которым до сих пор, к сожалению, склонны даже медики, не всегда полезны. Они могут навязывать одному человеку то, что полезно лишь для другого, быть может, того, кто дает рекомендацию.

Не располагая типологией личности, мы можем, тем не менее, отметить некоторые случаи. В качестве системы личность может быть охарактеризована по параметру сложности. Могут быть «простые» личности, характеризующиеся однообразием реакций на различные проявления окружающей их общественной и природной среды. Могут быть личности более сложные, реакции которых более разнообразны. Если задачи, с которыми приходится встречаться таким людям, более или менее стереотипны, могут четко планироваться, это значит, что система задач (мы не говорим при этом об отдельных задачах) достаточно проста.

В таком случае наиболее привлекательной для таких людей является наиболее простая система жизни, предполагающая повторение основных факторов через одинаковые интервалы времени, т.е. то, что обычно называется режимом.

Очень трудно выносить режим людям с более многообразной системой реакций. Если система задач, с которой им приходится иметь дело в процессе своей деятельности,

¹⁷² См Уемов А.И., Жариков В.Ю. К проблеме системной типологии личности (опыт постановки задачи) – «Философские науки», 1977, № 3.

достаточно проста, им приходится приспосабливаться к этой системе и создавать достаточно простую систему жизни. Но если и система задач сложна, нужно ли им тогда рекомендовать ту же систему жизни, что и представителям первого – «простого» – типа?

Многие полагают, что режим сам по себе полезен всем, что именно он определяет здоровье и долголетие. Однако некоторые геронтологи, изучая долгожителей, причем не только тех, которые живут высоко в горах и находятся в особо благоприятных условиях, приходят к выводу, что долго живут часто те, кто вовсе не соблюдали режима с раннего детства, а, напротив, прожили довольно сложные периоды жизни, когда о режиме и думать не приходилось.

В то же время можно привести немало фактов, когда рано умирают люди, в течение длительного периода времени соблюдавшие режим. Объяснению фактов может помочь общая теория систем. Как известно, тренированные органы значительно более жизнеспособны, чем органы нетренированные. Это относится не только к мускулам, сердцу и легким, но и к органу наиболее существенному для сохранения жизни человека – нервной системе. Ее тоже необходимо тренировать. Но что значит тренировка нервной системы? Прежде всего, это укрепление силы ее воздействия на другие органы – то, что обычно называется воспитанием силы воли. Но не только это. Если нервная система приучается реагировать не на качественную специфику тех или иных воздействий, а просто на моменты времени, то вырабатывается определенный автоматизм, стереотип. Тренировка нервной системы – это, прежде всего, увеличение многообразия ее реакций, повышение уровня их сложности. Это происходит в том случае, когда ритм жизни человека достаточно сложный. Тренированная в этом смысле нервная система способна справиться с более сложными задачами, чем нетренированная. Когда человек растет, развивается, он должен иметь максимально тренированное тело и нервную систему. Когда же человек достигает максимального уровня развития (в древности говорили «акме»), тогда-то и появляется *необходимость в режиме*, ибо *он упрощает задачи*, стоящие перед нервной системой. Чем дальше, тем более строгим должен быть режим. Но не наоборот.

Больные, которые после долгого пребывания в больнице, по всем показателям, казалось бы, стали вполне здоровыми, вдруг по истечении некоторого времени оказываются в тяжелом положении вследствие демобилизации нервной системы, связанной опять-таки с режимом, необходимым для больного.

Таким образом, системный подход указывает направления исследований. Сами же они должны осуществляться представителями конкретных наук, в данном случае – психологами, педагогами, медиками, юристами.

4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ ДЛЯ ВЫБОРА СПОСОБОВ ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

Системный подход, и в частности параметрическая теория систем, открывает большие возможности при разработке методики преподавания различных дисциплин. Это связано с тем, что здесь, равно как в медицине и искусствоведении, отсутствует разработанный формальный аппарат и системные концепции являются по сути дела первым вариантом такого аппарата. Основные трудности в овладении иностранным языком связаны с усвоением его лексики, грамматики и произношения. Что касается специфических трудностей произношения, то они обычно преодолеваются в основном на самых первых этапах изучения языка, и здесь в настоящее время можно широко использовать технические средства – грампластинки, магнитофоны, радиоприемники. Каким же образом в настоящее время изучается грамматика и лексика? Прежде всего, почти во всех методических пособиях утверждается, что грамматика иностранного языка должна изучаться на материале иностранной лексики. Различие между методистами так называемого прямистского направления (Пальмер и его последователи) и «грамматического направления», к которому до недавнего времени принадлежало большинство советских методистов, заключается лишь в том, допускать или нет пользование родным языком при изучении иностранного. Сторонники «прямого» метода полагают, что родной язык – лишь препятствие при изучении иностранного и его вообще следует «забыть» на это время. Таким образом, взрослый человек ставится в то

положение, в каком находится ребенок, который учится говорить. Однако у ребенка по сравнению со взрослым имеется колоссальное преимущество. Прежде всего, у него гораздо более совершенный аппарат пассивного запоминания, чем у взрослого. Далее, ребенок постоянно находится в нужном «лингвистическом окружении», и он с самого начала использует язык по его прямому назначению – для коммуникации, в которой он кровно заинтересован. Взрослый в таком положении бывает только тогда, когда он находится в той стране, язык которой он намерен изучать.

Поэтому «прямой» метод был у нас вытеснен «грамматическим», сторонники которого справедливо подчеркивали невозможность элиминации родного языка из процесса преподавания иностранного. Однако родной язык они понимают лишь как метаязык, на котором должна быть изложена грамматика иностранного языка. Это тоже не давало больших положительных результатов, ибо отбивало у людей, особенно детей, вкус к изучению иностранного языка. Поэтому в последнее время наблюдается возврат к «прямому» методу. Чаще всего в практике преподавания иностранных языков встречается некоторый гибрид, объединяющий в себе тот и другой методы.

В плане применения системного подхода к изучению иностранного языка проблема может быть сформулирована следующим образом: родной и иностранный языки представляют собой некоторые системы с двумя подсистемами – лексикой и грамматикой. Обозначим их соответственно S_N и S_F . Подсистемы мы будем обозначать так: S_N^g – грамматическая подсистема родного языка и S_N^l – лексическая подсистема этого языка. Для иностранного языка будем иметь соответственно S_F^g и S_F^l .

Поскольку система S_N известна учащемуся, изучение иностранного языка можно рассматривать как преобразование от S_N к S_F . Способ (оператор) преобразования мы обозначим M_1 . Тогда мы получим $S_F = M_1 S_N$. Возможны различные способы преобразования (M_1). Каждый из них определяет некоторую траекторию перехода от одной системы к другой. Соответственно траектории можно сформулировать некоторый *алгоритм усвоения материала*. Например, для овладения иностранной лексикой

можно избрать такой алгоритм. Во фразе на иностранном языке отыскиваем по словарю значение первого слова, запоминаем его, затем берем второе слово, узнаем его значение, потом учим третье слово, затем повторяем уже три слова и т.д. Такой алгоритм является надежным в том смысле, что обеспечивает полноту овладения системой S_F^l . Однако он не дает оптимального метода овладения материалом. Хотя число слов и грамматических фактов иностранного языка предполагается конечным, но поскольку к каждому из них можно возвращаться многократно, то число возможных алгоритмов и соответственно методов изучения иностранного языка, вообще говоря, является бесконечным.

Проблема нахождения оптимального алгоритма может стать разрешимой в том случае, если будут четко сформулированы критерии оптимальности. На первый взгляд кажется, что в выборе их нет особых трудностей: в качестве таких можно взять скорость и прочность усвоения или произведение того и другого. Однако критерии такого рода не носят формального характера, поэтому всякий раз, когда мы желаем испробовать тот или иной алгоритм, необходим соответствующий эксперимент. Поскольку же таких алгоритмов бесконечное множество, требуется бесконечное множество усилий и времени на такую проверку. К тому же следует учитывать не только алгоритмы сами по себе, но и тот субстрат, к которым они применяются. Алгоритм, оптимальный для одного человека, может оказаться совсем неоптимальным для другого. На наш взгляд, более перспективным будет иной подход – связанный с использованием формальных моделей приведенных выше критериев оптимальности. В качестве таких моделей могут быть рассмотрены оценки «простоты – сложности» сопоставляемых методов усвоения материала иностранного языка. Разумеется, моделями в данном случае могут служить лишь такие оценки, которые соответствуют интуитивным представлениям о простом и сложном. Иными словами, более простое должно легче и прочнее усваиваться. Выше мы подробно говорили о способах определения «простоты – сложности» системы. Их-то мы и намерены здесь использовать.

Разумеется, использование указанных способов не означает, что исчезает необходимость непосредственной практической проверки полученных результатов. Однако

эксперимент в таком случае может быть поставлен уже не вслепую. Вместо беспорядочного перебора всех возможных вариантов перехода от родного языка к иностранному мы можем пользоваться методами многофакторного эксперимента. Рассмотрим этот вопрос подробнее. Мы будем считать систему S_F автомоделной в том смысле, что любая ее часть обладает основными свойствами системы в целом и, таким образом, может рассматриваться как ее модель.

Человек, начинающий изучать английский язык, сталкивается с фразой *This is a pencil*. В этой фразе есть и новая, отсутствующая в S_N лексика, и новый грамматический факт. Обозначим новые грамматические факты точками ординаты, а лексику – точками абсциссы, тогда мы получим следующую схему (рис. 3).

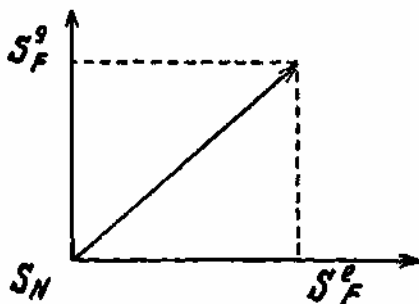


Рис. 3

Обычно считают, что движение по гипотенузе при усвоении иностранного языка является единственно возможным, поскольку иная грамматика может быть реализована только на чужеземном лексическом материале. Но так ли это?

Наблюдая за тем, как говорят иностранцы на русском языке, нельзя не обратить внимание на то, что даже серьезные прегрешения против грамматических правил зачастую не являются препятствием к пониманию. Например, вместо того чтобы сказать «S со звездочкой», преподаватель – американец по происхождению – говорил на лекциях «S со звездочком». И слушателям все было понятно.

Выражение «Это есть некоторый карандаш» вполне понятно для нас, хотя немного шокирует нас неправильным построением фразы. И даже фразу «Почему сделали

вы ударить этого ребенка?» вполне можно понять, тем более, если и вы будете возмущены этим поступком.

Эти примеры приведены не для того, чтобы обосновать правомерность коверканья иностранного грамматического строя. Речь идет о том, что возможно иностранную грамматику выразить на базе родной лексики.

Таким образом, движение возможно как бы по катетам, т.е. сначала усвоение иностранной грамматики на материале родной лексики, а затем введение иностранной лексики с использованием усвоенного грамматического материала. Но проще ли это? Для ответа на этот вопрос воспользуемся сначала концепцией «простоты – сложности» Н. Гудмена. Понять грамматику и лексику, заключенную в английской фразе *This a pencil*, по Гудмену, означает усвоить четырехместный иррефлексивный антисимметричный и несамополный предикат. Сложность такого предиката равна $2n-1(Sy+Sc)$, где n – число мест, Sy – мера симметричности, Sc – мера самополноты. Поскольку мера симметричности и самополноты равна 0, мера сложности равна $2 \cdot 4 - 1 = 7$.

Выразим английскую грамматическую конструкцию русскими словами: «Это есть какой-то карандаш» (1). На материале русской лексики можно показать существенное отличие этой мысли от следующей: «Это есть тот самый карандаш». Введем следующие сокращенные обозначения. Вместо «какой-то» мы будем использовать символ a , вместо «тот самый» – the . Получаем: «Это есть a карандаш» (2). Далее, заменим «это» на *This*. Получаем: «*This* есть a карандаш» (3). Продолжая этот процесс, мы получим: «*This is a* карандаш» (4), *This is a pencil* (5).

Фразы с русской, английской и гибридной лексикой соответствуют 4-местному предикату $R(x, y, z, u)$. Каждому месту соответствует некоторая область возможных значений, входящих в состав тех четверок, на которых определен предикат R . В нашем случае определено пять четверок, которые мы можем обозначить как

$$\begin{aligned} R(x_1, y_1, z_1, u_1) \\ R(x_2, y_2, z_2, u_2) \\ R(x_3, y_3, z_3, u_3) \\ R(x_4, y_4, z_4, u_4) \\ R(x_5, y_5, z_5, u_5) \end{aligned}$$

На базе данных последовательностей можно составить новые последовательности, беря в качестве значения на первом месте какое-нибудь из x , например x_4 в качестве значения второго места, скажем y_2 , третьего – z_5 , четвертого – u_1 . И мы будем иметь последовательность (x_4, y_2, z_5, u_1) . Фраза «This есть а карандаш» удовлетворяет тому же отношению, т.е. имеет место

$$R(x_4, y_2, z_5, u_1).$$

Согласно Н. Гудмену, сказанное означает, что мера самополноты предиката R равняется 3. Мера простоты такого предиката будет равна $2n - 1 - S_C = 7 - 3 = 4$. Таким образом, мы видим, что предполагаемая методика упрощает изучение грамматического материала по мере Гудмена почти вдвое.

Еще более убедительный результат будет получен, если мы воспользуемся наиболее подходящей к данному случаю энтропийной мерой субстратно-структурной простоты, определяемой формулой

$$H(m_j, r_i) = - \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k \frac{l_{ij}}{n-1} \lg \left(\frac{l_{ij}}{n-1} \right)$$

Напомним, что здесь k – число различных отношений в системе, n – число элементов, l_{ij} – экстенциональная длина отношения r_i на элементах m_j , т.е. число других элементов, с которыми отношение r_i соотносит элемент m_j . Когда сопоставляется английская фраза This is a pensil в целом с русской фразой «Это карандаш», то отношения между отдельными словами обеих фраз нам остаются неизвестными. Быть может, здесь есть слова с одинаковым значением в обеих фразах. Но поскольку число слов во фразах разное, быть может, совпадение значений вообще отсутствует, как бывает, когда сопоставляются идиомы. Поэтому мы можем предполагать различными отношения каждого слова одной фразы к разным словам другой. Каждое английское слово находится в двух разных отношениях к двум разным словам русской фразы и каждое русское – в четырех различных отношениях к четырем словам английской фразы. Для всех i имеем $l_{ij} = 1$. Если нумеровать слова, начиная с английских, то для $y = 1, 2, 3, 4$ число разных отношений $k=2$. Для $j = 5, 6$ число других отношений

$k = 4$. Число всех элементов системы, т.е. число всех слоев, равно 6.

В результате получим:

$$\begin{aligned}
 H(m_j, r_i) &= - \sum_{j=1}^4 \sum_{i=1}^2 \frac{1}{5} \lg\left(\frac{1}{5}\right) - \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^4 \frac{1}{5} \lg\left(\frac{1}{5}\right) = \\
 &= \sum_{i=1}^4 \frac{2}{5} \lg\left(\frac{1}{5}\right) - \sum_{i=5}^6 \frac{4}{5} \lg\left(\frac{1}{5}\right) = \\
 &= -\frac{4 \cdot 2}{5} \lg\left(\frac{1}{5}\right) - \frac{2 \cdot 4}{5} \lg\left(\frac{1}{5}\right) = -\frac{16}{5} \lg\left(\frac{1}{5}\right).
 \end{aligned}$$

Иной результат будет во втором случае. Сначала построим таблицу, выражающую сопоставление множества слов английской фразы со множеством слов соответствующей русской фразы.

	это	есть	какой-то	карандаш
This	1	0	0	0
is	0	1	0	0
a	0	0	1	0
pencil	0	0	0	1

Поскольку между словами обеих фраз установлено взаимно-одиночное соответствие, имеет место два типа отношений: соответствие и несоответствие. Соответствие выражено в нашей таблице символом 1, несоответствие – 0. Отношение 1 занимает главную диагональ таблицы. Остальные клетки заполнены 0.

Здесь имеется $n = 8$ слов. Первые из них – $j=1, 2, 3, 4$ – опять будут английскими, $j = 5, 6, 7, 8$ – русскими. Всего отношений два типа, значит, и для русских и для английских слов $k=2$. Таким образом, $l_{1,j} = 1$, $l_{2,j} = 3$. Поскольку между словами существует взаимная однозначность соответствия, можно рассматривать вначале лишь отношения английских слов к русским, т.е. считать $n=4$. Тогда мы получим:

$$H(m_j, r_i) = - \sum_{i=1}^4 \frac{1}{3} \lg\left(\frac{1}{3}\right) - \frac{3}{3} \lg\left(\frac{3}{3}\right) =$$

$$= - \sum_{i=1}^4 \frac{1}{3} \lg\left(\frac{1}{3}\right) = - \frac{4}{3} \lg\left(\frac{1}{3}\right).$$

Отношение русских слов к английским даст такое же значение. Значит,

$$H(m_j, r_i) = - 2 \cdot \frac{4}{3} \lg\left(\frac{1}{3}\right).$$

Беря в качестве основания логарифмов число l , вычисляем в первом случае:

$$H(m_j, r_i) = - \frac{16}{5} \cdot - 1,6099$$

$$\text{во втором} - H(m_j, r_i) = - \frac{8}{3} \cdot - 1,0986$$

Сопоставление английской и гибридной русской фраз дает примерно в 2,5 раза более простую систему, чем сопоставление английского и непрепарированного русского предложения.

Рассмотренный метод усвоения грамматического материала может быть основным, однако не единственно возможным с системной точки зрения. Можно использовать также такой прием, как представление различных вариантов оттенков мысли, учитываемых в тех или иных правилах в виде некоторых систем с последующим их упрощением. Например, таким образом могут быть рассмотрены времена английского глагола, последовательность времен и т.д. Но мы ограничимся в области грамматики пока лишь сказанным.

В процессе изучения иностранного языка больше всего времени уходит на овладение лексикой этого языка. Обычно значение новых слов дается учителем или же учащиеся определяют его по словарю. Учитель действует при этом не на мышление, а на память учащихся, что, конечно, не способствует развитию интереса к иностранному языку и даже притупляет его, вызывая скуку и затрудняя тем самым его изучение, ибо нельзя добиться хороших знаний при отсутствии интереса. Особенно это важно для домашнего чтения, основной задачей которого является привитие интереса к языку, а это очень трудно сделать, если учащемуся приходится каждое новое слово искать в словаре.

Естественны поэтому попытки найти другой способ овладения лексикой, когда можно обойтись без словаря. Методисты советуют пользоваться «догадкой» при определении значения незнакомого слова на основании

контекста. Н. А. Бергман пишет: «Когда учащиеся научатся понимать такие тексты (содержащие знакомые слова в новом окружении. — А.У.), им можно дать для чтения тексты, содержащие небольшое количество незнакомых слов, предупредив их, чтобы они старались догадаться о значении данных незнакомых слов. Легче всего сделать это при помощи мысленного перевода на русский язык предложения, в котором не хватает одного какого-либо слова, перевод которого напрашивается сам собой.

Если, например, дано предложение «В лесу стало ..., почти ничего нельзя разглядеть», то по логической связи учащийся ясно догадывается, что здесь пропущено слово «темно». Иногда можно догадаться о значении слова (и это очень важно) по отдельным знакомым словообразовательным элементам (префиксу, суффиксу); если корень известен»¹⁷³.

Методисты подчеркивают преимущества определения значения новых слов с помощью контекста: «Применение контекста для раскрытия значения слов ценно тем, что этот способ побуждает учащихся интенсивно мыслить, делать умозаключения и выводы; чтобы решить задачу — догадаться о значении слов, учащимся необходимо мобилизовать волю, сосредоточить свое внимание. Воспринимая новое слово в контексте, учащиеся сразу знакомятся не только с его значением, но и с употреблением»¹⁷⁴.

Однако на практике определение значений незнакомых слов по контексту используется редко. И.В. Карпов, проводивший экспериментальные исследования знаний и умений учащихся, пишет: «Наряду с фактами, говорившими о росте и развитии у учащихся способностей понимать текст на иностранном языке с помощью догадки по контексту, мы обнаружили некоторое число случаев, свидетельствующих о крайне слабом проявлении этой способности. При этом иногда мы сталкивались с явлениями, которые с полным основанием можно было бы назвать «страхом перед догадкой», когда учащиеся просто боялись и не желали догадываться о

¹⁷³ Бергман Н.А. Методика преподавания немецкого языка. — М, 1951, с. 115.

¹⁷⁴ Боброва-Смирнова Н.А. Раскрытие значения иностранных слов в VII классе. — Вопросы методики обучения иностранным языкам в средней школе. М, 1956, с. 40.

смысле данного текста из опасения совершить ошибку. Они предпочитали обнаружить полную беспомощность в понимании текста, чем сделать рискованную попытку самостоятельно добираться до его смысла и дать его перевод на родной язык. Однако когда по окончании перевода руководители эксперимента в беседе выяснили фактические знания учащихся, то в большей части случаев обнаруживали, что учащиеся вполне могли бы угадать смысл текста, если бы попытались сделать это. Но их мышление, воображение и воля не привыкли делать усилий, потому что преподаватели языка не учили их размышлять, стараться с помощью воображения восполнить недостающие элементы и представить себе целое, короче – они не учили их догадываться»¹⁷⁵.

Чем объяснить такие результаты? Нам кажется, причина этого заключается в следующем: учиться и учить умозаключать по контексту можно только в том случае, если в распоряжении учащихся имеются в большом количестве контексты, которые обеспечивают возможность таких умозаключений. Между тем тексты обычных учебников составлены, как правило, без учета этого требования. Читая их, учащимся очень трудно, а подчас и невозможно догадаться о значении нового слова. Поэтому у них и не развивается способность догадываться, так что, когда методист-экспериментатор предлагает им догадаться, они не могут это сделать и на соответствующем этой задаче тексте.

Правда, сами методисты относятся к догадкам крайне подозрительно. Они предупреждают, что догадка никогда не может дать вполне достоверного знания о значении нового слова. Догадку необходимо проверять по словарю. Никто из них не предлагает использовать догадку в качестве основного средства определения значения новых слов. И это естественно. Определение значения неизвестных слов по контексту представляет собой проблему установления недостающего элемента системы. Она не может быть решена средствами методики преподавания английского, немецкого или какого-либо иного языка. *Это задача общей теории систем.* В рамках этой теории можно сформулировать условия,

¹⁷⁵ Карпов И.В. Вопросы организации и методики синтетического экспериментального исследования в области обучения иностранным языкам – Основные вопросы методики преподавания иностранных языков в средней школе. – М. – Л., 1948, с. 219–220.

при выполнении которых недостающий элемент системы определяется однозначно, так что здесь нужно будет говорить не о «догадке», а о необходимом выводе.

Выше рассматривался атрибутивный системный параметр детерминируемости, одно из значений которого определяет класс детерминирующих систем. В детерминирующих системах недостающий элемент может быть определен однозначно. Так, если взять в качестве системы соотношение $5 + 4 = ?$, то поскольку такая система является, очевидно, детерминирующей, пропущенное число, обозначенное знаком вопроса, легко определимо. И термин «догадка» здесь не уместен. Имея силлогизм «Все люди смертны, Сократ – человек», мы можем совершенно точно определить, что и Сократ смертен. Если последнее слово «смертен» нам было неизвестно, то, таким образом, с помощью умозаключения мы определим значение неизвестного слова.

Для определения значения незнакомого слова необходимы посылки, из которых может быть получен интересующий нас вывод. Эти посылки должны быть даны в тексте. Текст должен быть составлен так, чтобы учащийся мог сделать вывод – определить неизвестное из уже известного.

При помощи специально составленных текстов можно учить умозаключать. Тексты должны быть разные по трудности; логические трудности должны постепенно нарастать. В конце концов учащийся получит навык определять значения новых слов не только при условии специального подбора текста, но и при чтении обычного текста.

Логико-системный анализ фразы, представляющей собой детерминирующую систему, позволяет поставить вопрос о необходимости учета места, которое занимает новая лексическая система в структуре фразы. В экспериментах, проведенных в 1973–1974 гг. на кафедре иностранных языков Одесского политехнического института В.Г. Шатухом было показано, что значительно легче и прочнее усваивается лексика, если новые слова входят в состав группы слов, выражающих логический предикат суждения. Но такая модель фразы не является единственно возможной системной моделью. Было бы интересно исследовать влияние, например, того факта, что новая лексическая единица занимает место *центра в центрированных системах*.

Установление значения слов в предложениях означает и определение их в некоторой системе. Однако системное введение лексики не обязательно должно осуществляться в предложениях. Словарь тоже представляет собой некоторую систему, правда не оптимальную с точки зрения ее усвоения. Задача заключается в оптимизации этой системы. Можно привести некоторые примеры оптимизации таких систем, указывающие на направление поисков. Так, доказано, что гораздо легче запоминаются списки слов, если между ними имеют место ассоциации того или иного типа. В частности, большую роль в методике преподавания иностранного языка, как и математики, играет противопоставление.

В процессе оптимизации систем, с помощью которых может быть осмыслена новая лексика, существенную роль играют установленные выше связи между значениями системных параметров. Так, при выявлении детерминирующего характера системы важна положительная корреляция значения этого параметра с функциональной зависимостью элементов и с упорядоченностью. В свою очередь эти параметры связаны с другими. Используя эти связи, можно организовать работу над отысканием текстов нужного нам характера таким образом, чтобы первоначально ограничиваться лишь некоторой вероятностью детерминированности, а затем – на следующих этапах – по уже отображенному повышать эту вероятность.

Текст, представляющий собой детерминирующую систему, не только может быть использован при усвоении иностранной лексики какого-либо одного языка, но в принципе может быть использован в процессе преподавания самых различных языков. Нужно лишь во фразе, где определяющие элементы выражены по-русски, в качестве определяемого элемента вставлять слово изучаемого иностранного языка.

Реализация намеченной здесь в общих чертах программы могла бы привести к появлению существенно новых и, есть основание считать, гораздо более эффективных методов преподавания иностранных языков. Но здесь, как и в других подобных случаях, мы не претендуем на окончательные выводы. Речь идет о направлении и характере исследований, которые могут быть сформулированы в методике преподавания иностранных языков с помощью идей общей теории систем.

5. ПАРАМЕТР «ПРОСТОТЫ–СЛОЖНОСТИ» И ПРОБЛЕМА ИСТИННОСТИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Тезис о практике как единственной критерии истины является краеугольным камнем диалектико-материалистической теории познания. Однако лишь в наиболее простых случаях применение критерия практики имеет непосредственный характер. Необходимо применять целый ряд вспомогательных критериев (назовем их *свидетельствами*), каждый из которых в конечном счете имеет практическое обоснование, т.е. является как бы своеобразной *формой проявления критерия практики*. В качестве примера такого свидетельства можно привести требование логической непротиворечивости теории. Теория внутренне противоречивая не может претендовать на истину, и, наоборот, логическая последовательность теории повышает ее шансы на то, что она окажется истинной. Каждый из вспомогательных критериев–свидетельств может определить предпочтение, отдаваемое той или иной теоретической конструкции лишь при прочих равных условиях.

К числу наиболее важных свидетельств истины с давних времен относят простоту, согласно древнему изречению *Simplicitas est sigillum veri*, простота – печать истины. Такой точки зрения придерживались классики науки Коперник, Галилей, Ньютон, Ломоносов¹⁷⁶. Чем проще теория, тем больше оснований при прочих равных условиях считать ее истинной. Эта точка зрения была вполне материалистической, поскольку предполагалось, что мир сам по себе прост. Теория должна быть простой именно потому, как писал И. Ньютон, что «природа проста и не роскошествует излишними причинами вещей»¹⁷⁷.

В дальнейшем идея простоты как свидетельство истины получила субъективно-идеалистическую трактовку у эмпириокритиков, выдвинувших концепцию «экономии мышления» в качестве единственно возможного основания принятия теоретических конструкций. При этом

¹⁷⁶ См. Сухотин А.К. Гносеологический анализ емкости знания. Томск, 1968.

¹⁷⁷ И. Ньютон. Математические начала натуральной философии. – Известия Николаевской морской академии, вып. V. – Петроград, 1916, с. 449.

«экономия мышления» была противопоставлена его истинности. В.И. Ленин подверг эту концепцию решительной критике, подчеркнув, что мышление только «тогда «экономно», когда оно правильно отражает объективную истину»¹⁷⁸.

В последнее время появился ряд работ, в которых проблема простоты рассматривается с диалектико-материалистической позиции¹⁷⁹. В этих и других исследованиях показана несостоятельность отождествления простоты как одного из свидетельств истинности научной теории с махистской концепцией «экономии мышления». Однако перед диалектико-материалистическим истолкованием роли критерия простоты в развитии научного знания остается целый ряд важных и до сих пор нерешенных вопросов. Основной из них – вопрос о том, каким образом простота может свидетельствовать об истинности научного знания, в то время как мир, отражением которого является знание, является сложным? В настоящее время вера в простоту природы представляется все более наивной. Практика развития науки в последние десятилетия показывает, что мир более сложен, чем нам это кажется. Поэтому более убедительной выглядит точка зрения М. Бунге, который полагает, что истинная теория, правильно отражающая внешний мир, не может быть простой. Отсюда в противовес древнему изречению выдвигается тезис *Simplicitas est sigillum falsi*, т.е. простота – свидетельство ложности.

Попытки преодоления указанной трудности в марксистской литературе идут в разных направлениях. Наиболее радикальная точка зрения была выражена С.В. Остапенко. «...В мире, – пишет он, – не существует ни простоты, ни сложности. Простота и сложность с онтологической стороны реализуются во взаимодействии субъекта с внешним окружением, а с гносеологической стороны выражаются в познании этого взаимодействия. Эйнштейн искал простое потому, что верил, что мир прост. Сциاما искал простое, ибо хотел упростить и без того сложный мир. Но мир не прост и не сложен, простым

¹⁷⁸ Ленин В. И. Поли. собр. соч., т. 18, с. 176.

¹⁷⁹ *Szumilewicz J.* Prostota a Prawda. – *Gdanskie Zeszyty Humanistyczne. Seria Filozofia. Zeszyt 2*, 1966; *Мачмур Е.А., Овчинников Н.Ф.* Принципы простоты и симметрии. – «Природа», 1968, № 6.

или сложным может быть лишь наше знание о нем»¹⁸⁰.

Несмотря на кажущуюся на первый взгляд убедительность, такая точка зрения вряд ли может быть приемлема, ибо порождает больше трудностей, чем те, на преодоление которых она претендует. Здесь признается, что с точки зрения «простоты – сложности» может быть оценено знание. Но указанная оценка, и это видно из дальнейшего текста цитируемой статьи, относится прежде всего не к субстрату знания, а к его структуре.

Структура же, т.е. совокупность отношений между элементами, однозначно не определяется природой этих элементов и может быть одинаковой у систем, различных по своему субстрату. Если в нашем знании Солнце больше Земли, то такое же отношение имеет место и между Солнцем и Землей, как они существуют объективно. Семантическое определение истины, выраженное еще Аристотелем и детально проанализированное А. Тарским, основано на идее совпадения структур знания и отражаемой этим знанием реальности. Отбрасывая идею такого совпадения, исследователи неминуемо будут переходить от материализма к кантианству.

Если же эта идея признается, то противопоставление структурной простоты знания простоте мира лишено смысла. Если знание может быть оценено как простое или сложное, то соответствующим же образом может быть оценена и отражаемая этим знанием часть мира. И снова вопрос: почему более простая теория имеет больше оснований претендовать на истинность, почему более вероятно, что сторона или часть мира, отображаемая в наших теориях, окажется простой?

Другой путь преодоления рассматриваемой трудности основан на признании объективной сложности мира. Но из этой предпосылки можно сделать вывод прямо противоположный тому, который сделан М. Бунге. Сложность мира не означает, что он должен отображаться в сложных теориях. Наоборот, чем сложнее мир, тем больше необходимости в создании простых теорий. Простота – свидетельство истинности не потому, что мир прост, а потому, что он сложен. Здесь можно привести следующую аналогию. Пока речь шла об измерениях

¹⁸⁰ Остапенко С.В. Оцінка теоретичних систем. – «Філософська думка», 1973, № 5, с. 34.

объектов, которые воспринимались людьми как достаточно простые, можно было обходиться единицами длины, находящимися друг к другу в сложных отношениях: локтями, аршинами, саженьями и т.д. По мере роста сложности исследуемых объектов растет и потребность в более простых системах мира. Внутриатомные и космические расстояния трудно выражать в локтях и саженьях.

Соответственно этому теория, отображающая мир с помощью более простых средств, имеет больше оснований быть принятой. Ибо, принимая такую теорию, мы, попросту говоря, стремимся избежать риска запутаться. Такое обоснование принципа простоты как критерия отбора научных теорий, в разной мере согласующихся с экспериментом, имеет право на существование. Однако с точки зрения теории отражения оно не может рассматриваться как окончательное. По своей сути оно может иметь лишь промежуточный характер. Неизбежно возникает вопрос: от чего зависит то, что та или иная теоретическая конструкция или средства, в ней используемые, оказываются простыми? Убедительный ответ на поставленный вопрос не может быть дан с субъективных позиций. С этой точки зрения более простым будет все то, что в большей мере соответствует человеку, его физической и психологической организации. Например, десятичная система мер проще потому, что число 10 соответствует количеству пальцев на руках. Для ЭВМ проще двоичная система, соответствующая числу состояний ее элементов.

Но при этом забывается, что единицы, принятые в десятичной системе мер, обычно меньше связаны с особенностями человека, чем традиционные единицы измерений. Название «локоть», «фут» и другие прямо указывали на соответствующие расстояния, связанные с человеческим телом. Что же касается таких современных метрических единиц измерения, как метр, грамм и т.д., то они носят, так сказать, «обесчеловеченный» характер. Они связаны с константами, характеризующими не человека, а некоторые достаточно стабильные объекты окружающего нас мира. Раньше всего такая тенденция проявилась, по-видимому, при измерении времени. Что касается пространства, то уже метр пытались определить как некоторую часть линии земного меридиана. В настоящее время в физике в качестве единицы

длины принимается длина волны излучения одного из элементов.

Таким образом, простота или соответственно сложность не может быть истолкована в чисто субъективном плане. Они являются столь же объективной характеристикой систем, как, например, расчлененность или пространственные размеры. Это вынуждены признавать даже те, кто разрабатывает конкретные методы измерения «простоты – сложности» систем, несмотря на то, что в других вопросах они стоят на субъективно-идеалистической точке зрения¹⁸¹. Нахождение способов измерения того или иного свойства позволяет избавиться от субъективизма в его оценке. Когда было неясно, как измерять длину удаленных предметов, эта длина также воспринималась как нечто субъективное, поскольку казалось, что она зависит от места расположения субъекта, наблюдающего за предметами. Для того чтобы выяснить, что это не так, потребовался метод определения длины, с помощью которого была показана независимость длины наблюдаемого объекта от позиции субъекта. Соответственно использование методов измерения «простоты – сложности» позволяет выявить объективное содержание этих системных характеристик, независимое от тех или иных особенностей воспринимающего субъекта. Таким образом, субъективистский подход не решает поставленной проблемы, а лишь отодвигает ее.

Противоположный подход к решению этой проблемы можно назвать антисубъективистским. В свое время А. Рей, сопоставляя систему Коперника и Птолемея, высказал мысль о том, что большая простота системы Коперника связана с ее большей объективностью, поскольку из системы мира она удаляет субъективный элемент, связанный с особенностью положения наблюдателя на одной из планет. В.И. Ленин обратил на это высказывание А. Рея особое внимание¹⁸².

Развитие идеи А. Рея может быть осуществлено с помощью системного подхода. Этот же подход дает возможность проанализировать другие способы элиминации субъективных элементов. В частности, таким образом может быть понято значение формулировки физических

¹⁸¹ Goodman N. The Test of Simplicity. – «Science», 1958, vol 128, N 331.

¹⁸² См. В.И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, с. 514.

законов, ковариантных по отношению к любым преобразованиям координат и единиц измерения. Элиминация субъективного элемента, связанного с особенностями тех или иных конкретных измерений, приводит к упрощению научного знания.

Правда, далеко не всякое упрощение, имеющее место в науке, может быть объяснено подобным образом. Но если бы даже это и оказалось возможным, все равно таким образом не может быть получен удовлетворительный ответ на рассматриваемый нами вопрос: почему простота должна свидетельствовать об истинности научного знания? Неудача многочисленных попыток дать такой ответ говорит, на наш взгляд, о том, что он и не может быть дан, ибо *простота* вопреки распространённому мнению *вовсе не является свидетельством истины*. Вместе с тем она *не является и свидетельством ложности* научного знания.

Кроме абсолютно простых и бесконечно сложных систем, существуют промежуточные значения сложности. Простота и сложность систем не свидетельствуют об их истинности. Это всего лишь два из возможных значений параметра сложности, каждое из которых, будучи присуще системе знания, может быть свидетельством его истинности. Но это будет лишь в том случае, если *значение сложности системы знания будет соответствовать значению сложности отображаемого им фрагмента действительности*.

Такую точку зрения можно обосновать, воспользовавшись аналогией с соотношением между истинностью и правильностью. Истинность представляет собой соответствие знания отображаемому им фрагменту действительности, взятому в многообразии его свойств. Правильность знания – это соответствие лишь некоторым свойствам отображаемого объекта. Так, формально-логическая правильность означает соответствие тому факту, что вещи не обладают одновременно взаимно исключающими свойствами или отношениями.

Таким образом, правильность знания может быть понята как *необходимое*, хотя и *недостаточное* условие постижения истины. Правильность является универсальной, глобальной характеристикой истинного научного знания, которая соответствует столь же универсальной черте действительности. По аналогии с универсальной правильностью можно говорить о локальной правильности

знания, которая будет представлять соответствие не общей черте всей окружающей действительности, а только некоторому свойству отображаемого этим знанием объекта. В качестве такого свойства нельзя брать непосредственно чувственно воспринимаемое свойство, например «зеленый», «кислый», «шумный», «длинный», ибо знание не только не бывает «зеленым», «кислым», «шумным» или «длинным», но трудно даже подобрать какие-либо более отдаленно соответствующие этим свойствам черты знания. Однако системные параметры могут быть использованы для характеристики любых систем. Системами являются и объекты окружающей действительности, и отображающие их системы знания. Как те, так и другие могут быть, например, расчлененными или нерасчлененными, гомогенными или гетерогенными, минимальными или неминимальными и т.д. Если система гетерогенна, а ее отображение в сознании человека является гомогенным или наоборот, то с полным основанием можно сказать, что это отображение является неистинным, по крайней мере, неточным.

Совпадение значений любого системного параметра в отображаемой и отображающей системах есть необходимое условие истинности последней. В этом смысле такое совпадение является свидетельством истины. В этом плане особое значение приобретает такой системный параметр, как «простота – сложность», поскольку он является одной из наиболее существенных характеристик системы. Если значение сложности отображаемой и отображающей систем равно 0, то простота знания выступает как свидетельство его истинности. Но это всего лишь один из частных случаев. Аналогичное значение имеет и тот случай, когда совпадают иные, более высокие значения параметра сложности сопоставляемых систем.

Против этого утверждения возможно возражение на том основании, что у нас может появиться возможность определять величину сложности системы знания, поскольку она дана нам непосредственно, но в принципе нет возможности решить, соответствует ли эта величина величине сложности объективно существующей системы, поскольку последняя дана нам лишь опосредованно – через систему знания. Эта проблема не является специфической для нашего подхода. Она связана с пониманием

истины как соответствия знания действительности.

Субъективные идеалисты считают проблему соотношения знания и действительности вообще неразрешимой, поскольку исходят из того, что единственным способом соотношения является рассмотрение знания и действительности вне этого знания, самих по себе. Поэтому они и не признают существование действительности вне знания. Однако на практике мы постоянно соотносим знание и действительность. Так, для того чтобы определить, что болт соответствует гайке, нет необходимости исследовать эти объекты каждый в отдельности. Мы можем не видеть гайки или болта, но если болт ввинчивается в гайку, у нас есть все основания считать, что резьба болта и гайки соответствуют друг другу.

Практика является необходимым звеном, опосредующим отношение между знанием и отражаемой им действительностью. Наиболее важной формой практики, с которой имеет дело ученый, выступает эксперимент. В тех случаях, когда говорят о том, что свидетельством истинности является простота теоретической конструкции, всегда делают оговорку, что это свидетельство имеет значение лишь *caeteris paribus*, т.е. при одинаковой степени соответствия экспериментальным данным между конкурирующими теоретическими конструкциями. Истинной считается та конструкция, которая при той же степени соответствия опытным данным является простейшей. В качестве иллюстрации приведем с некоторыми изменениями схему из работы И. Шумилевич¹⁸³.

Эта схема выражает исследования зависимости переменной Y от X . На ней точками изображены результаты приведенных экспериментов. Отличие нашей схемы от схемы, рассматриваемой И. Шумилевич, заключается в том, что в последней значения независимой переменной берутся не через равные интервалы. Это является на первых порах излишним усложнением. Согласно требованию принципа простоты, целесообразно брать интервалы, через которые производятся измерения независимой переменной, равными. В большинстве случаев это удастся осуществить. Если же измерения через

¹⁸³ Szumilewicz I. Prostota a Prawda – Gdanskie Zeszyty Humanistyczne. Seria Filozofia. Zeszyt 2, 1966.

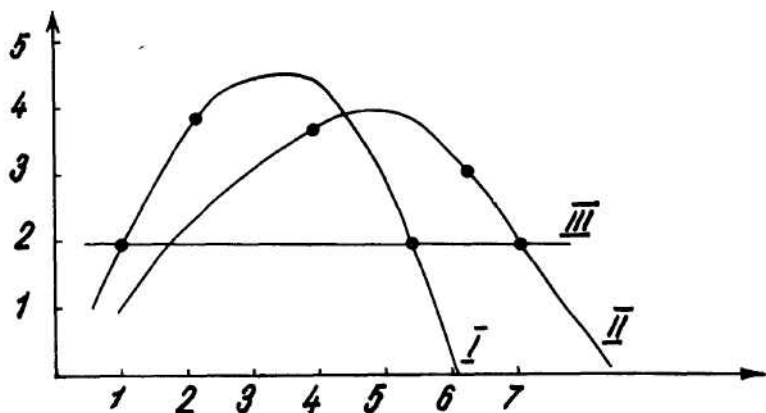


Рис. 4

равные интервалы затруднительны, то можно взять примерно равные интервалы. При всех условиях случай равных интервалов изменения независимой переменной может быть рассмотрен первоначально как наиболее простой.

На нашем графике даны точки, фиксирующие результат экспериментальных данных. Каждая из трех «теоретических» кривых (I, II, III) проходит через равное количество точек. Поэтому можно считать, что все они в равной мере соответствуют фактам. Согласно обычной точке зрения, предпочтение будет отдано прямой линии III как наиболее простой.

Для того чтобы решить вопрос, какая кривая более всего соответствует экспериментальным фактам, — наш подход будет иным: прежде всего? необходимо определить тот тип «простоты — сложности», который имеет отношение к данному случаю. Обычно мы исходим из того типа простоты, который ранее был назван структурной простотой. Структура прямой действительно является простейшей. Это можно установить, применяя энтропийную формулу структурной простоты, которая была приведена выше. Но разве нас в данном случае она интересует сама по себе? Нет, речь идет о том, какая структура более адекватно отображает экспериментальные данные, выраженные соответствующими точками на нашем графике. Иными словами, нам необходимо определить не структурную, а субстратно-структурную

«простоту – сложность»! И здесь простейший характер прямой линии может и не соответствовать «простоте– сложности» системы.

Далее, согласно приведенным выше соображениям, простейшую кривую необходимо выбирать в том случае, если бы она соответствовала значению сложности структуры опытных данных. В данном случае этого нет. И дело здесь не в том, что теоретическая кривая не проходит через все экспериментальные точки и тем самым допускается некоторая ошибка. Главное в том, что эта ошибка имеет систематический характер, ибо отсекаются все точки, отклоняющиеся от некоторого среднего уровня. И именно это обстоятельство приводит к тому, что структура простейшей теоретической кривой не соответствует структуре опытных данных. Разброс этих данных может быть практически весьма существен, например, при измерении температуры больного. Здесь важнее сам факт наличия колебаний, чем общая тенденция к понижению температуры.

Таким образом, структуре системы экспериментальных данных в большей мере соответствует одна из отвергнутых теоретических кривых. И это можно показать с помощью приведенной выше энтропийной меры субстратно-структурной сложности системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подведем некоторые итоги. Приведенный выше анализ свидетельствует о том, что системный подход к исследованию представляет собой конкретизацию принципов материалистической диалектики. Это находит свое проявление в том, что основные особенности диалектико-материалистического понимания связей между явлениями представляют собой вместе с тем и основные методологические требования, предъявляемые к системному рассмотрению объектов.

Знание развивается в направлении от эмпирического к теоретическому. В соответствии с этим можно выделить две фазы в развитии системного подхода. Наиболее высокой стадией является теоретическая. Создание общей теории систем осуществляется на основе метода материалистической диалектики.

В качестве исходной ячейки развития теории нами использовалась противоположность «определенного – неопределенного». Путем развития этой противоположности с использованием метода символизации был создан формальный язык описания систем. В рамках этого языка обобщаются известные в литературе определения понятия системы – выделяются специфические для систем свойства и отношения – системные параметры. Задачей общей теории систем является установление связей между системными параметрами. Эти связи устанавливаются вначале на эмпирическом уровне. Однако изложенный нами формальный аппарат делает возможным и теоретическое установление связей между системными параметрами, т.е. дедуктивного доказательства положений общей теории систем.

В процессе исследования мы специально рассматривали имеющий особенно большое прикладное значение линейный системный параметр «простота – сложность». Применение рассмотренного выше варианта общей теории систем к ряду важных проблем науки и народнохозяйственной практики свидетельствует о большой важности системного подхода.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава I. МАТЕРИАЛИСТИЧЕСКАЯ ДИАЛЕКТИКА И СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ	7
1 Принцип взаимосвязи как методологическая основа системного под- хода	7
2 Системный подход и современная наука	23
3 Системный подход и системная теория	37
Глава II. КАТЕГОРИАЛЬНЫЙ АППАРАТ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ	58
1 К проблеме категориальной основы языка системного подхода	58
2 Категориальные основы языка системного подхода	70
3 Формальные определения категорий «вещь», «свойство», «отноше- ние»	79
4 Правильно построенные формулы языка тернарного описания	89
Глава III ПОНЯТИЕ СИСТЕМЫ	98
1 Методы уточнения понятия системы	98
2 Анализ существующих определений понятия системы	103
3 Реляционное обобщение определений понятия системы	118
4 Концепт, структура и субстрат системы	126
5 Метатеоретическое исследование определения понятия «система»	130
Глава IV. ОБЩЕСИСТЕМНЫЕ ПАРАМЕТРЫ	141
1 Пути построения общей теории систем	141
2 Реляционные общесистемные параметры	145
3 Атрибутивные системные параметры	150
Глава V. ЭМПИРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УСТАНОВЛЕНИЯ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ БИНАРНЫМИ АТРИБУТИВНЫМИ СИСТЕМНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ	177
1. Определение значения атрибутивных системных параметров на кон- кретных объектах	177
2 Установление связи между значениями атрибутивных бинарных сис- темных параметров с помощью ЭВМ	180
Глава VI ЭЛЕМЕНТЫ ДЕДУКТИВНОЙ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ	188
1. Значение дедуктивной теории систем	188
2. Операции и правила вывода в языке тернарного описания	191
Глава VII. ПРОСТОТА И СЛОЖНОСТЬ СИСТЕМ КАК ЛИНЕЙНЫЙ СИСТЕМНЫЙ ПАРАМЕТР	199

1. Проблемы измерения «простоты – сложности»	199
2. Мера сложности по Н. Гудмену	202
3. Энтропийная мера субстратно-структурной сложности	204
Глава VIII. НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ И ОБЪЯСНЕНИЯ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ И НАУКЕ	208
1. Двойственные определения понятия системы и анализ структуры автоматизированных систем управления предприятиями	208
2. Выявление логической структуры предложения с помощью формализованного языка описания систем	210
3. Системно-параметрическое описание народнохозяйственных комплексов	217
4. Общесистемные закономерности и проблемы определения направления времени	225
Глава IX. ПРИМЕНЕНИЕ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ К ПРОБЛЕМАМ ОПТИМИЗАЦИИ	232
1. Соответствие явной и латентных структур системы как условие ее оптимального функционирования	.
2. Теоретико-системные аспекты охраны и рационального использования окружающей среды	234
3. Системный подход и проблема ритма жизни	243
4. Использование общей теории систем для выбора способов изучения иностранных языков	248
5. Параметр «простоты–сложности» и проблема истинности теоретических систем	260
Заключение	270

ИБ № 400

Уемов Авенир Иванович

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ

Заведующая редакцией В. Е.

Редактор И. Л. ЩЕРБИНА Младший редактор Л. И. ЛЬНЯНАЯ. Художественный редактор Т. В. ИВАНШИНА. Технический редактор Е. Ф. ЛЕОНОВА. Корректоры: И. В. РАВИЧ-ЩЕРБО и Т. М. ШПИЛЕНКО.

Сдано в набор 04.08.77. Подписано в печать 17.02.78. А 05031.

Формат 84X108/32. Бумага типографская № 2. Литерат. гарн. Высокая печать. Усл. печ. листов 14,28. Уч.-изд. л. 14,7. Тираж 7500 экз. Заказ № 2172. Цена 1 р. 10 к.

Издательство «Мысль». 117071. Москва, В-71, Ленинский проспект, 15.

Московская типография № 11 Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, 113105, Нагатинская ул., д 1