

ЛОГИКА И МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

К и е в — О д е с с а

Головное издательство
издательского объединения
«Вища школа»

1977

В монографии освещаются вопросы параметрической теории систем. Определяется понятие «система», рассматривается ряд общесистемных свойств (параметров) на основе взаимосвязи категорий материалистической диалектики — «вещь», «свойство», «отношение». Выясняется отношение между теорией систем и философией. Рассматривается практическое приложение теории систем в социологии, биологии, физике, геологии и лингвистике.

Предназначена для ученых-философов, студентов.

Ответственный редактор *Л. Н. Сумарокова*.

Авторский коллектив: введение — *А. И. Уемов*, *А. Ю. Цофнас*, *Э. Пауль*; гл. I — *А. И. Уемов*; гл. II — *Ю. И. Зуев* и *О. В. Николенко*; гл. III — *А. Ю. Цофнас* (§ 1) и *В. И. Богданович* (§ 2); гл. IV — *Г. Я. Портнов*, *И. Н. Сараева*, *Г. М. Миловидов*, *В. Б. Марков* и *С. И. Переймер*; гл. V — *А. И. Уемов*, *Б. В. Плесский* и *Л. Н. Сумарокова*; гл. VI — *А. И. Уемов*, *И. В. Дмитриевская* и *Б. В. Плесский*; гл. VII — *А. В. Чайковский*; гл. VIII — *Л. Н. Терентьева* (§ 1) и *Г. А. Поликарпов* (§ 2, 3); гл. IX — *В. М. Воскобойников*; гл. X — *А. А. Малиновский*, *В. А. Дьяков*, *А. П. Патлатой*; гл. XI — *Л. П. Бараневич* (§ 1), *Л. Н. Сумарокова* (§ 2, 6), *А. И. Уемов* (§ 3, 4, 5), *И. И. Шилина* (§ 6); гл. XII — *Ю. И. Зуев* и *М. Н. Мацюк* (§ 1); *А. Н. Яценко*, *А. В. Веселаго*, *М. М. Халилова* (§ 2), *А. И. Уемов*, *В. Ю. Жариков* (§ 3).

Редакция гуманитарной и естественной литературы при Одесском государственном университете.

Зав. редакцией *В. А. Цветков*.

Введение

Сущность и значение системных исследований, играющих все большую роль в развитии современной науки, можно понять, лишь принимая во внимание тот комплекс задач, который возникает перед обществом в процессе научно-технической революции, а также учитывая весь опыт человеческой практической деятельности. Меняется сам характер взаимодействия между наукой, с одной стороны, и различными видами социальной практики, с другой. Суть этих изменений можно проиллюстрировать, обратившись к анализу различных стадий развития народного хозяйства СССР. На каждой из этих стадий первоочередное значение имели разные задачи и методы их решения были связаны с использованием данных соответствующих наук. Так, в период разработки плана ГОЭЛРО, когда В. И. Ленин выдвинул лозунг «Коммунизм — это Советская власть плюс электрификация всей страны», важнейшими для народного хозяйства были проблемы электротехники и связанных с нею разделов теоретической физики. Потребность в новых месторождениях полезных ископаемых привела к возрастанию роли геологии. Проблема использования атомной энергии выдвинула вперед атомную физику. Подъем сельского хозяйства тесно связан с успехами биологии. Развитие химической промышленности повышает роль химии. Физика и химия, геология и биология — все это науки классические, сложившиеся задолго до эпохи новой научно-технической революции. Применение их в народном хозяйстве означало использование уже известных положений или развитие новых разделов внутри старых наук.

Иное положение в период развитого социалистического общества, когда развитие экономики и других сфер социальной деятельности все более приобретает комплексный характер. Это обстоятельство неоднократно подчеркивалось на XXIV и на XXV съездах КПСС, где в число основных задач развития народного хозяйства СССР на ближайшее время были включены задачи совершенствования структуры общественного производства и организационной

структуры управления, осуществления разработки комплексных программ по наиболее важным научно-техническим, экономическим и социальным проблемам¹.

Системный характер современных экономических задач проявляется в необходимости учитывать сложное многообразие взаимодействующих факторов. Так, на XXV съезде КПСС было отмечено: «Управленческая и прежде всего плановая деятельность должна быть нацелена на **конечные народнохозяйственные результаты**. Такой подход становится особенно актуальным по мере роста и усложнения экономики, когда эти конечные результаты все больше зависят от множества промежуточных звеньев, от сложной системы внутриотраслевых и межотраслевых связей»².

В этой связи возникают новые требования к науке: ее развитие также должно носить комплексный характер, а взаимодействие с практикой коммунистического строительства становиться еще более органическим и постоянным: «Успех научно-технической революции, ее благотворное воздействие на экономику, на все стороны жизни общества не могут быть обеспечены усилиями только научных работников. Все большую роль приобретает вовлечение в этот исторического значения процесс всех участников общественного производства, всех звеньев хозяйственного механизма»³.

Рамки классических наук становятся тесными для решения целого ряда комплексных, системных задач. Требуется использование наук и направлений междисциплинарного, синтетического характера. Такова, например, кибернетика. Новизна заключается в том, что предметом ее исследования является не отдельная часть мира (как, например, для геологии — недра Земли, для биологии — живые существа), а определенный тип отношений — управление и контроль, — которые существуют и в живых организмах, и в обществе, и в ЭВМ, и в информационных процессах и т. д. Такая универсальность кибернетики обеспечила возможность ее широкого практического применения. Совсем недавно на ЭВМ смотрели, как на диковинку, а сейчас они уже работают на каждом современном предприятии. Лозунг кибернетизации народного хозяйства звучит не менее убедительно, чем лозунг его электрификации или

¹ См.: Материалы XXV съезда КПСС. М., Политиздат, 1976, с. 166, 173.

² Там же, с. 59.

³ Там же, с. 48.

химизации. Дальнейший этап развития народного хозяйства СССР потребует резкого увеличения ЭВМ. По подсчетам академика В. М. Глушкова для решения задач, возникающих в народном хозяйстве, в ближайшее время потребуется не менее 10 тысяч таких машин.

Однако само по себе использование ЭВМ не дает ожидаемого результата без совершенствования всей системы управления народным хозяйством в целом. Все более актуальной становится разработка новых научных методов такого совершенствования. На XXIV и XXV съездах КПСС на это также было обращено внимание: «...Назрел вопрос о совершенствовании методов комплексного решения крупных общегосударственных межотраслевых и территориальных проблем. Здесь требуются единые, централизованные программы, охватывающие все этапы работы — от проектирования до практической реализации»¹. Это предъявляет высокие требования к науке, которая должна вносить и вносит свой вклад в решение этих важнейших задач. «Наука серьезно обогатила теоретический арсенал планирования, разработав методы экономико-математического моделирования, системного анализа и другие. 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.

Включение системного анализа в число методов современной науки, требующих немедленной и основательной разработки, далеко не случайно: новые потребности, новые тенденции в развитии экономики да и самой науки требуют создания нового исследовательского инструментария.

Системный анализ возник в 40—50-х годах как метод решения взаимосвязанных друг с другом проблем. Он нашел применение в различных сферах деятельности. Поскольку основная цель системного анализа — обеспечение целостного, всестороннего подхода к решению сложной проблемы, в его основе лежит понятие системы. На базе этого понятия производится учет всех обстоятельств. При этом используется количественное сравнение всех альтернатив для того, чтобы сделать возможным сознательный выбор наилучшего в данной ситуации решения. Оценки аль-

¹ Материалы XXV съезда КПСС, с. 61.

² XXIV съезд Коммунистической партии Советского Союза. Стенографический отчет, ч. I. М., Политиздат, 1971, с. 92.

тернатив производятся по различным критериям, например, по критерию измеримости, эффективности, надежности и т. п.

Главную роль в системном анализе играют теоретические построения, основанные на таких общих понятиях, как «связь», «отношение», «свойство», «процесс» и т. д. Системный анализ был применен для решения таких вопросов, как установление взаимодействия между наукой, техникой и обществом, техникой и обществом, обеспечение человечества пищей (проблема распределения запасов) и т. д.¹ Системный анализ, используя понятия системы и системного подхода, включается в более широкий класс системных исследований. Методология системных исследований в последние годы получила широкое развитие в Советском Союзе².

Систематическое рассмотрение проблем общей науки о системах — теории систем — производится, например, в книге В. Н. Садовского³, содержащей обширную библиографию, включающую работы, опубликованные и в СССР, и за рубежом. Автор развивает концепцию общей теории систем как «метатеории относительно специализированных системных построений, разработок, теорий»⁴. Существуют и иные подходы к построению общей теории систем или системологии⁵. Цель системологии состоит в разработке эффективных методов описания, анализа, синтеза и построения систем.

Поскольку системные исследования носят общий, междисциплинарный характер, т. е. касаются образования, развития, функционирования, синтеза любых систем, вполне правомерным является следующий мировоззренческий вопрос: не заменяют ли они философию, не являются ли они новой всеобщей методологией науки? Некоторые теоретики системного метода ответили на этот вопрос положительно. А как обстоит дело в действительности? Для внесения

¹ См.: О п т н е р Л. С. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. М., «Советское радио», 1969, с. 28.

² См.: Проблемы методологии системного исследования. М., «Мысль», 1970; Системные исследования. Ежегодники. М., «Наука», 1969—1975; Системный метод и современная наука. Новосибирск, Изд-во Новосибир. ун-та и СО АН СССР, 1971, вып. 1; 1972, вып. 2; 1976, вып. 3.

³ См.: С а д о в с к и й В. Н. Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ. М., «Наука», 1974.

⁴ Там же, с. 247.

⁵ См., например: К у л и к В. Т. Современная теория организации систем — системология. Киев, «Наукова думка», 1972.

ясности в эту проблему хотелось бы опереться на три положения.

Во-первых, с подобной претензией выступили далеко не все представители нового научного направления, а лишь ученые, далекие от марксистско-ленинской философии, разочаровавшиеся в существующих на западе философских направлениях (физикализме, логическом позитивизме и т. д.), но претендующие на мировоззренческие обобщения. Их ошибка в том, что они слишком узко понимают функции философского знания, сводя их к одной — быть методологией научного исследования. Вместе с тем, они чрезмерно расширяют значение системного подхода, считая его общей методологией научного познания. Среди сторонников подобной точки зрения нет крупных представителей системных исследований.

Во-вторых, нельзя теориям вменять в вину те мировоззренческие характеристики, которые даются их создателями. В истории науки известны факты, когда, например, теоретики квантовой механики и кибернетики допускали весьма спорные и нечеткие высказывания о значении своих концепций.

В-третьих, следует решительно отказаться от метафизической альтернативы: диалектика или системный подход. Нельзя критиковать тезис «философия исчезла, остались системные исследования» с помощью тезиса «системного подхода нет, существует только философия». В процессе системных исследований возникает много философских проблем, но это не дает оснований отождествлять системный подход с философией. Во всех науках существуют свои философские вопросы; ни одна наука в своих основаниях не обходится без философских категорий, но это не повод для того, чтобы смешивать основания теории с самой теорией.

Системный метод, подобно кибернетическим, математическим методам, относится к общенаучным методам исследования, существующим во взаимосвязи, с одной стороны, с конкретнонаучными, с другой — со всеобщими (философскими) методами. Соответственно, многие понятия теории систем — общенаучные понятия.

Таким образом, системный подход, с одной стороны, позволяет применять ряд общеполитических положений к решению частных задач, а с другой стороны — обогащает саму философию за счет развития конкретных наук — в полном соответствии с заветом В. И. Ленина крепить союз

философии с передовым естествознанием. Отказав теории систем в правах гражданства, мы неизменно отдали бы ее интерпретацию на откуп идеалистически и метафизически мыслящим философам. А этого марксисты-ленинцы не могут себе позволить.

Между тем, целый ряд философских проблем, касающихся сущности, применения и значимости системного метода, остаются недостаточно исследованными. Например, вопрос о его соотношении с математикой. Абстракции общей теории систем отражают только определенные стороны действительности, они являются абстракциями определенного направления и уровня абстрагирования. По-видимому, общая теория систем (как и теоретическая физика, например) должна включать специфически содержательную часть, отражающую сущность системного подхода, и формализованную часть, в том числе математическую. Из того факта, что для описания закономерностей теории систем используются математические методы, не следует, что она сводима к математике. Известные до сих пор попытки математического описания систем, их свойств и закономерностей, например, с помощью математической логики, теории множеств, теории графов, теории дифференциальных уравнений и функционального анализа охватывают, по нашему мнению, не все существенные аспекты систем. Во всяком случае, проблема создания формализованного языка, адекватного проблематике общей теории систем, предполагает определенный уровень развития содержательной части этой теории¹.

Предлагаемая вниманию читателей книга в своем содержании отражает две сферы системных исследований — теоретическую и прикладную. Обсуждение теоретических проблем начинается с вопроса об определении понятия «система», ибо любое понимание системных исследований так или иначе опирается на какое-либо определение понятия системы. Авторам представляется перспективным путь, основанный на выделении определенного типа диалектической взаимосвязи категорий «вещь», «свойство», «отношение». Системный подход, с этой точки зрения, отличается от других подходов тем, что он предполагает переход от свойств и отношений одного уровня к свойствам и отношениям другого уровня и, наконец, от последних — к множеству вещей, которые

¹ Один из первых вариантов такого формализованного языка изложен в кн.: Проблемы формального анализа систем. М., «Высшая школа», 1968.

и образуют систему относительно исходных, фиксированных заранее (системообразующих) свойств и отношений (см. гл. I, с. 21). При этом отмечается, что выбор системообразующих свойств и отношений, как правило, не произволен — он опирается, с одной стороны, на теоретический анализ существенных сторон объекта, конкретных задач и целей человека, с другой — несомненно, на критерий практики в его диалектико-материалистическом понимании.

Рассмотрению методологических оснований системных исследований, в частности выяснению значения материалистической диалектики для построения системологии, а также проблеме взаимосвязи диалектики и системного подхода посвящена вторая глава работы. Авторы считают, что построение общей теории систем возможно на основе разработанного К. Марксом принципа восхождения от абстрактного к конкретному в той мере, в какой такая теория позволяет осуществить переход от общих значений системных параметров к закономерностям, описывающим существенные моменты функционирования конкретных систем.

Понятие системного параметра вводится на основании принятого определения системы; тип параметра зависит от того, характеризует ли он отдельные компоненты системы (например, системообразующее свойство или отношение, субстрат системы) или отношения между компонентами разных уровней и т. п. (гл. III, IV).

Системный параметр — такое свойство систем, которое позволяет произвести их деление на некоторые классы (например, системы гомогенные и гетерогенные, централизованные и децентрализованные, стабильные и нестабильные, регенеративные и нерегенеративные и т. д.) Такая классификация отличается от традиционного деления систем, скажем, на физические, химические, биологические, социальные тем, что она отвлекается от субстрата системы. Так, системы закрытые и открытые можно найти среди физических, биологических и теоретических систем. Установление общности структуры качественно различных на уровне чувственного опыта систем позволяет, используя диалектический путь восхождения от абстрактного к конкретному, выработать новые методы анализа больших систем.

Формирование понятия системной закономерности, выделение разных типов системных закономерностей логически завершают рассмотрение системных параметров. Полученные положения, которые касаются любой системы,

образуют содержание новой сферы научного знания, исследующей системы, т. е. системологии.

В качестве одного из системных параметров анализируется простота-сложность (гл. V). Сложные и сверхсложные системы (в частности, системы управления) — типичное явление нашего времени, а потребности эффективного их построения и использования заставляют считать существенной задачей разработку критериев измерения сложности, а затем на этой основе — построение общей теории упрощения систем. Некоторые общие принципы, которые необходимо учитывать при создании такой теории, исследуются в гл. VII.

Несмотря на то, что системология как таковая еще только начинает складываться, первостепенное значение имеет ее практическое применение. В конечном счете, как уже отмечалось, именно соображения практики оказывают решающее воздействие на интенсивность, направление и характер системных исследований. Вот почему предлагаемую читателю книгу завершает изложение проблем, связанных с использованием системных методов в современной физике, биологии, геологии, социологии, лингвистике.

При этом последовательно проводится мысль о том, что системный метод, являясь одним из методов современной науки, не может заслонить или уменьшить значение других методов научного исследования, напротив, он возможен лишь как дополнение и развитие других общенаучных методов.

Глава I. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ «СИСТЕМА» И ПРОБЛЕМА СПЕЦИФИКИ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К ОБЪЕКТУ

§ 1. Анализ некоторых определений понятия «система»

Утверждение о том, что некоторый объект представляет собой систему, является важным исходным пунктом в его изучении. Но что означает это утверждение? Если оно несет полезную информацию, то совершенно естественно стремление исследовать проблему систем в общем виде, независимо от того, о каких именно системах идет речь. Несомненно, мы должны учитывать то обстоятельство, что «различие путей определения системы обуславливается характером системного исследования», что «в конкретных системных разработках, имеющих дело с ограниченными классами системных объектов и задач, понятие «система» ...является выражением специфических признаков того класса объектов, которые здесь исследуются»¹. Вместе с тем, очевидно и то обстоятельство, что о системном подходе к объектам и тем более об общей теории систем имеет смысл говорить лишь в том случае, если построено общее определение системы. Первой задачей теории систем, как справедливо отмечает В. А. Лекторский и В. Н. Садовский², является именно определение понятия «система». Без такого определения утверждение о том, что нечто есть система, лишается точного смысла.

Рассмотрим некоторые варианты понимания термина «система», не связываемые авторами с той или иной конкретной областью, и, следовательно, могущие иметь отношение к поискам общего определения системы.

Так, Л. фон Берталанфи исходит из такого достаточно широкого понимания: «Имеются соответствия в принципах, управляющие поведением сущностей, которые по своей природе весьма различны. Это соответствие обязано тому факту, что все они могут рассматриваться в определенных аспектах как «системы», т. е. как комплексы элементов,

¹ Садовский В. Н. Основания общей теории систем, с. 78.

² См.: Лекторский В. А., Садовский В. Н. О принципах исследования систем.— «Вопросы философии», 1960, № 8, с. 76.

находящихся во взаимодействии»¹. Это определение, если только можно рассматривать его как определение, не может быть принято в качестве общего: оно не охватывает всех систем даже в области биологии, которая является преимущественной сферой применения концепции Берталанфи. Например, одним из наиболее важных типов биологических систем являются системы, которые А. А. Малиновский называет корпускулярными или дискретными. Они «могут быть описаны как системы взаимно независимых и в той или иной степени взаимозаменяемых единиц»². В качестве примера приводится совокупность особей одного вида и пола. Действительно, о каком взаимодействии в этом случае может идти речь? Волк с Украины не взаимодействует с волком Сибири. И, тем не менее, оба они — элементы одной системы, одного и того же биологического вида, который в известном плане может рассматриваться как единое целое³. Можно было бы попытаться сохранить взаимодействие как условие объединения объектов в систему с помощью понятия косвенного взаимодействия через среду. Однако, хотя какая-то косвенная взаимосвязь всегда будет иметь место, поскольку все в мире взаимосвязано, такого рода взаимодействие практически невозможно учесть, ибо степень опосредования и соответственно степень значимости многих взаимосвязей при этом будет слишком неопределенной. Для определения понятия «система» в биологии можно было бы, наконец, сослаться на общность происхождения, объединяющую особи одного и того же вида. Однако общность происхождения не есть взаимодействие (иначе пришлось бы признать воздействие не только предков на потомков, но и потомков на предков). Очевидно, что особи одного и того же вида объединяются в систему по основанию иному, чем взаимодействие.

Если определение Берталанфи оказывается слишком узким даже в пределах биологии, то оно оказывается совершенно непригодным в других областях — в логике,

¹ Bertalanffy von L. General System Theory. — «G. S.», 1956, vol. I, p. 1.

² М а л и н о в с к и й А. А. Значение качественного изучения управляющих систем для теоретических вопросов биологии. — В сб.: Применение математических методов в биологии. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1964, с. 119.

³ См.: М а л и н о в с к и й А. А. Вид как эволюционное целое. — В сб.: Рефераты научно-исследовательских работ за 1945 год. Отделение биологических наук АН СССР. М., 1947 (АН СССР).

математике и т. д. Вряд ли было бы осмысленным утверждение о взаимодействии между элементами в системе натуральных чисел или о взаимодействии между элементами формальнологической системы. Более того, даже в тех сферах, где используется понятие взаимодействия, системы часто образуются по иному основанию. Так, химические элементы взаимодействуют друг с другом, но не это взаимодействие послужило основой их упорядочивания в системе элементов Д. И. Менделеева. До недавнего времени считалось, что некоторые элементы — так называемые инертные газы — не вступают в химические взаимодействия, но это не составляло препятствия для включения данных элементов в систему.

Из сказанного следует, что необходимо более широкое определение понятия системы. Попытку построить его предприняли А. Холл и Р. Фейджин. Если Берталани посвящает определению системы отдельное, хотя и важное замечание, то А. Холл и Р. Фейджин делают эту проблему предметом специального рассмотрения. В качестве исходного пункта они берут следующее определение: «Система — это множество объектов вместе с отношениями между объектами и между их атрибутами»¹. Авторы сами признают, что их определение недостаточно строго для того, чтобы «быть определением в математическом или философском смысле слова»². Причина этого, по их мнению, заключается в самой природе определяемого понятия, которому «невозможно дать полного и четкого описания»³. Авторы ставят своей целью уменьшение неясности приведенного определения путем уточнения терминов «объект», «атрибут», «отношение».

Большая часть систем, которыми интересуются Холл и Фейджин, состоит из физических частей — атомов, звезд, пружин и т. д. Но допускаются также и абстрактные объекты — математические переменные, уравнения, правила и законы, процессы и т. д. Атрибуты — это свойства объектов, такие, как число планетарных электронов, атомный вес, скорость и т. д. В качестве отношений рассматриваются только такие, которые «связывают систему». Авторы признают, что в любом множестве объектов всегда будут какие-то отношения, например, расстояние между ними. Они

¹ Х о л л А. Д. и Ф е й д ж и н Р. Е. Определение понятия системы. — В сб.: Исследования по общей теории систем. М., «Прогресс», 1969, с. 252.

² Т а м же, с. 253.

³ Т а м же.

отбрасывают подобные отношения как «тривиальные». Но никаких критериев для различения тривиальных и нетривиальных отношений они не дают. Какие отношения рассматриваются в системе как существенные и какие как тривиальные, по мнению авторов, целиком зависит от личности, занимающейся проблемой, от ее интересов¹.

В. А. Лекторский и В. Н. Садовский отмечают, что определение А. Холла и Р. Фейджина слишком общее, поскольку на его основании «возможно включение в понятие «система» как собственно системных образований, так и совокупностей элементов, совершенно лишенных каких-либо целостных характеристик»². Рассмотрим этот вопрос подробнее.

Прежде всего отметим, что определение Холла и Фейджина допускает существенное упрощение. Они говорят об отношениях между объектами и об отношениях между их атрибутами. Однако к числу объектов они сами относят не только «физические», но также и «абстрактные» объекты. К последним принадлежат и свойства. Поэтому отношения между свойствами будут представлять собой *частный случай отношений между объектами*. Если рассматривать отношения между свойствами объектов помимо отношений между самими объектами, то мы будем иметь две разные системы объектов с разными отношениями. Например, в одной системе будем иметь высказывание, что «тело P_1 горячее тела P_2 », а в другой — «температура тела P_1 выше температуры тела P_2 ». С другой стороны, отношения между объектами предполагают те или иные свойства объектов, по которым эти отношения установлены. Поэтому определение А. Холла и Р. Фейджина можно свести к тому, что система — это *множество соотносящихся друг с другом объектов, или множество объектов, объединенных некоторым отношением*.

Отличие определения Холла и Фейджина от определения Л. Ф. Берталанфи заключается, таким образом, в замене понятия взаимодействия более общим понятием отношения. В результате такой замены определение А. Холла и Р. Фейджина без какой-либо натяжки охватывает все те случаи систем, которым не удовлетворяло определение Л. Берталанфи. Все особи данного вида находятся в определенных

¹ Холл А. Д. и Фейджин Р. Е. Определение понятия системы. — В сб.: Исследование по общей теории систем. М., «Прогресс», 1969, с. 254.

² Лекторский В. А., Садовский В. Н. О принципах исследования систем. — «Вопросы философии», 1960, № 8, с. 75.

отношениях — тождество типа строения и основных биологических функций, общность эволюционного развития и т. д., которые позволяют выделить эту систему из всех других. Система натуральных чисел образуется на основе определенного отношения между числами. То же можно сказать о любой формальнологической системе. Система элементов Д. И. Менделеева также основана на отношениях между элементами. Все указанные множества элементов являются системами в обычном словоупотреблении и по определению А. Холла и Р. Фейджина.

Какие совокупности элементов в таком случае не будут системами? Рассмотрим совокупность элементов, состоящую из Петра I, самого большого в мире кита, города Токио, числа π , аристотелевского силлогизма и постановки чеховской пьесы МХАТом. В данной совокупности элементов можно обнаружить следующие отношения. Число π может быть средним термином аристотелевского силлогизма. Чеховская пьеса в исполнении МХАТа ставилась (или не ставилась) в Токио, город Токио больше самого большого в мире кита, самый большой в мире кит не смог бы проглотить Петра I, Петр I применял аристотелевские силлогизмы и т. д. По определению А. Холла и Р. Фейджина мы должны всегда считать приведенную совокупность элементов с данными отношениями между ними системой. Этого результата нельзя избежать ссылками на «тривиальность» отношений. Для кита существенно, что он не может проглотить человека, для человека существенно, что он умеет применять силлогизм, для МХАТа была бы существенной поездка в Токио и т. д. А. Холл и Р. Фейджин не дают нам никаких средств для того, чтобы не считать найденное в данных объектах отношение системообразующим. На этом же основании системой окажется и любой другой произвольный набор объектов, поскольку между любыми объектами будут иметь место те или иные отношения. В то же время произвольно выбранные совокупности элементов, подобные приведенной выше, вместе с теми отношениями, которые случайно окажутся в данных совокупностях, обычно не рассматриваются как системы. Это показывает, что определение А. Холла и Р. Фейджина в противоположность определению Л. Берта-ланфи является слишком широким.

Рассмотрим некоторые другие определения понятия «система», сформулированные в литературе. «Философский словарь» определяет систему как «множество связанных

между собой элементов, составляющее определенное целостное образование»¹. Это определение, по существу, такое же, как и определение Л. Берталанфи: если понятие связи и шире, чем понятие взаимодействия, то все равно оно не охватывает всех случаев системосоздающих отношений. Требование целостности ничего не дает, поскольку для выяснения того, является ли данное образование «целостным», мы должны знать, составляет ли оно систему.

Весьма распространенным в научной литературе является понимание системы как определенным образом упорядоченного множества элементов. Оно также является слишком узким, так как упорядоченные множества охватывают такие системы, как таблица Д. И. Менделеева, система доказательства и т. д. Но о какой упорядоченности может идти речь, например, в случае системы хаотически движущихся молекул газа в сосуде? Конечно, можно попытаться перенумеровать молекулы. Но не эта нумерация создает систему. Кроме того, она далеко не всегда возможна. Согласно современным представлениям, нельзя перенумеровать электроны.

В ином направлении ведет анализ понятия системы У. Росс Эшби. По его мнению, определение системы заключается в выделении некоторой части из целого². Такое выделение может быть произвольным или же соответствующим некоторой «естественной» части целого. В последнем случае получаем «естественную» подсистему. Характерная черта такой подсистемы «заключается в том, что возмущения подсистем происходят под контролем или по крайней мере под наблюдением исследователя. Внешние возмущения не могут проникать в подсистему, не будучи зарегистрированными. Иными словами, «естественная» система является «информационно непроницаемой». Таким образом, «естественная» система (выделенная в пределах некоторой более крупной системы) представляет собой множество переменных, между которыми существует связь по крайней мере на порядок величины более сильная, чем связь между отдельными множествами»³. У. Росс Эшби подчеркивает, что система — это именно множество переменных, а не вещь⁴. Однако в абстрактном смысле переменная — это

¹ Философский словарь. М., Госполитиздат, 1968, с. 320.

² См.: Эшби У. Росс. Системы и информация. — «Вопросы философии», 1964, № 3, с. 81.

³ Там же, с. 82.

⁴ См.: Эшби У. Росс. Введение в кибернетику. М., Изд-во иностр. лит., 1969, с. 64.

тоже вещь и поэтому множество переменных будет вещью. Определение Эшби так же, как и определение Л. Берталанфи, выделяет сравнительно узкий класс систем. Вне сферы применимости его определения остается периодическая система элементов, к которой вообще неприменимы понятия внешнего возмущения и информационной непроницаемости.

Как видим, построить соразмерное определение системы — не такое уж простое дело. С чисто формальной точки зрения можно дать определение любого термина, не заботясь о требовании соразмерности. Но в этом случае такое определение не будет выполнять функции экспликации сложившегося в науке, хотя и не вполне точного понятия. Тем самым вопрос о применимости теории систем, построенной на базе такого несоразмерного определения, становится, вообще говоря, открытым.

Чтобы общая теория систем безусловно могла быть применена везде, где объекты понимаются как «системы», необходимо при определении системы иметь в виду уже сложившееся понимание этого понятия. «...Экспликат (объясняющее.— А. У.) должен ... соответствовать экспликанду (объясняемому.— А. У.) таким образом, чтобы его можно было употреблять вместо последнего»¹.

В. Н. Садовский отмечает ряд принципиальных трудностей определения понятия «система» и, в частности, большой разрыв между существующими общими качественными определениями и техникой анализа, которой располагают те или иные области науки и техники, т. е. неоперативность формулируемых определений². Автор далее справедливо признает необходимость «сопоставления интуитивного содержания, которое имеет термин «система» в его различных научных и технических применениях, с содержанием вводимого понятия «система» и сравнительного анализа различных подходов к определению этого понятия»³. Произведенный В. Н. Садовским типологический анализ семейства значений понятия «система» (при этом рассматривается 40 различных определений, встречающихся в литературе) приводит его к выводу о том, что, с одной стороны, существует большая неоднородность описания одних и тех же

¹ Карнап Р. Значение и необходимость. М., Изд-во иностр. лит., 1959, с. 38.

² См.: Садовский В. Н. Основания общей теории систем, с. 79.

³ Там же, с. 80.

компонентов системы, а с другой — что возможно установить определенные взаимосвязи между разными компонентами определений¹. «Исходными при метатеоретическом анализе понятия «система» являются принципы целостности и иерархичности, согласно которым утверждается первичность системы как целого над ее элементами и принципиальная иерархическая организация любой системы», — отмечает автор. И далее: «В общем плане можно утверждать, что для любой исследуемой системы минимально требуются три разных уровня ее описания: 1) с точки зрения присущих ей внешних, целостных свойств; 2) с точки зрения ее внутреннего строения и «вклада» ее компонентов в формирование целостных свойств системы; 3) с точки зрения понимания данной системы как подсистемы более широкой системы»².

Относительно такого уточнения понятия «система» справедливо приведенное выше возражение, касающееся понятия целостности. Экспликация этого понятия по существу и предполагается при решении задачи определения системы. Что же касается иерархичности, то, на наш взгляд, далеко не каждый случай системы связан с существованием отношений этого типа.

§ 2. Определение понятия «система»

Понятие «система» в равной мере применимо в любой области научного исследования безотносительно к тому, идет ли речь об исследовании материальных или идеальных явлений. Это роднит понятие «система» с такими категориями, как «вещь», «свойство», «отношение», «связь», «количество», «качество», «случайность», «необходимость» и т. д., и отличает от категорий типа «материя», «сознание», «пространство», «время», «развитие». Условимся называть категории первого типа формальными, а второго — содержательными. Можно высказать гипотезу о том, что всеформальные категории определимы в конечном счете через тройку категорий: «вещь», «свойство», «отношение», которые, в свою очередь, определяются друг через друга³.

¹ См.: Садовский В. Н. Основания общей теории систем, с. 101.

² Там же, с. 104, 105.

³ См.: Уемов А. И. Вещи, свойства и отношения. М., Изд-во АН СССР, 1963.

В настоящей работе мы предполагаем известным, что такое вещь, свойство, отношение и что означает выражение «свойство P приписывается вещи a », символически выраженное как $a(P)$, или же «отношение R устанавливается в вещи a », символически выражаемое как $R(a)$ ¹. Отметим лишь, что различие между свойством и отношением не сводится к отличию от того, что обычно принято, к числу мест, так что в принципе отношение может быть одноместным, а свойство — многоместным. Различие между свойством и отношением заключается, с нашей точки зрения, в том, что отношение создает из своих коррелятов новую вещь, что не имеет места для свойства².

Попытаемся теперь определить понятие «система» через категории «вещь», «свойство» и «отношение».

Всякая система является прежде всего вещью. Однако единичную вещь, например, единственный мяч на футбольном поле, мы обычно не называем системой. Футбольный мяч будет системой, если его представить как совокупность своих частей или как совокупность качеств. Совокупность можно определить как вещь с заданным на ней внутренним отношением, т. е. отношением, все корреляты (аргументы) которого не выходят за пределы этой вещи. Обычно таким внутренним отношением является отношение порядка. Корреляты внутреннего отношения называются элементами совокупности.

Всякая совокупность имеет по крайней мере одно внутреннее отношение, образующее из ее элементов единичную вещь — саму совокупность. Однако не всякое внутреннее отношение между элементами образует из них систему. В противном случае открытия Карла Линнея, Д. И. Менделеева и других великих систематизаторов науки не имели бы научного значения.

Вещи сами по себе, взятые вне какого-либо отношения друг к другу, никогда не образуют системы. С другой стороны, никогда не образуют системы и отношения в отвлече-

¹ Здесь и в дальнейшем символ, выражающий свойство, записывается справа от скобки; символ, выражающий отношение, — слева от нее; символ, выражающий то, чему приписывается свойство или в чем устанавливается отношение, является символом вещи и записывается в скобках.

² Подробнее см.: У е м о в А. И. Основные формы и правила выводов по аналогии. — В кн.: Проблемы логики научного познания. М., «Наука», 1964. Послесловие. — В кн.: U j o t o v A. I. Dinge; Eigenschaften und Relationen. Berlin, 1965. Е г о ж е: Логические основы метода моделирования. М., «Мысль», 1972.

чении от соотносящихся вещей (такие отношения сами, в свою очередь, можно рассматривать как вещи). Вещи, относящиеся друг с другом, т. е. вещи с отношением, иногда образуют систему, а иногда нет. Следовательно, наличие вещей и отношений между ними является необходимым, но не достаточным условием образования системы.

Для того чтобы определить достаточное условие, необходимо привлечение третьей категории — свойства. Кроме того, необходимо определить некоторое отношение второго порядка — между вещами, свойствами и отношениями, наличие которого дает систему. Если это отношение будет определено неправильно, то соответственно будет неправильным и определение системы. Именно такой факт имел место в определении А. Холла и Р. Фейджина. Вместе с вещами и отношениями они использовали категорию свойства, но так, что свойства выступали в том же плане, что и вещи, т. е. как вещи. Это привело к элиминированию категории свойства из определения системы.

Пусть S означает свойство вещи m быть системой (мы не уточняем, является ли m так называемым индивидуумом или представляет собой некоторый набор своих частей). Условимся, что запись символа будет означать, что соответствующий ему денотат имеет место. Тогда определение А. Холла и Р. Фейджина можно выразить в следующем виде:

$$(m) S =_{\text{def}} m \wedge (m) P \wedge R(m) \wedge T(P).$$

Символ P , будучи заключен в скобки, означает согласно-принятому выше условию вещь. Таким образом, в этой формуле две вещи, обозначения которых входят в формулу совершенно аналогично друг другу. $(m) P$ указывает лишь на происхождение одной из них, что никак не сказывается на характере отношения R и T . Поскольку всегда найдется какое-нибудь отношение между вещами и их свойствами, можно записать

$$\forall m \forall P \exists R \exists T [(m) P \wedge R(m) \wedge T(P)].$$

Определим отношение между вещами, свойствами и отношениями иначе. С нашей точки зрения, при этом существенно учесть порядок, в каком исследователь переходит от одного коррелята этого отношения к другому. При системном исследовании вначале определяется свойство P , затем отношение, обладающее этим свойством, и лишь после это-

го устанавливается множество элементов m , в котором реализуется данное отношение.

Другой, двойственный, подход предполагает вначале определение отношения R , затем свойств P , которые соотносятся друг с другом отношением R , и затем вещей m , обладающих свойствами P .

Таким образом, можно сформулировать определение системы как множества объектов, на которых реализуется заранее определенное отношение с фиксированными свойствами. Двойственным ему будет определение системы как множества объектов, которые обладают заранее определенными свойствами с фиксированными между ними отношениями.

В обоих случаях важен переход от R или P к m .

Символически оба определения можно выразить следующим образом:

$$(m) S \equiv_{\text{def}} (R) P \wedge \rightarrow R(m);$$

$$(m) S \equiv_{\text{def}} R(P) \wedge \rightarrow (m) P.$$

Здесь $\wedge \rightarrow$ — символ «направленной конъюнкции», т. е. такой конъюнкции, когда предполагается фиксировать порядок ее компонент.

Удобнее использовать иную, более компактную запись схемы определения системы: $(m) S =_{\text{def}} [R(m)] P$ или двойственную ей схему $(m) S =_{\text{def}} R[(m) P]$. Данные схемы выражают определения понятия системы в том случае, если мы снабжаем их определенным правилом перехода от одной переменной к другой. Правило формулируем следующим образом: значения переменной, стоящей вне квадратной скобки, выбираются произвольно¹; значения переменной, стоящей внутри квадратной, но вне круглой скобки, выбираются таким образом, чтобы удовлетворить внешней переменной, и, наконец, символ вещи, стоящей в круглых скобках, может иметь только такие значения, которые согласуются со значениями двух других переменных. Применительно к I варианту определения системообразующее отношение R эксплицирует структуру системы, вещи m — субстрат системы. P в таком случае можно назвать концептом системы.

Поскольку одни и те же вещи могут образовывать систему при одних R и P и не образовывать при других, можно

¹ Правильность такого выбора проверяется, в конечном счете, практически.

сказать, что понятие системы относительно. Вещи m образуют систему относительно заданного отношения R и свойства P , если в этих вещах существуют свойства P , находящиеся в отношении R (соответственно, если в этих вещах реализуется отношение R , обладающее свойством P).

В качестве примера рассмотрим периодическую систему элементов Д. И. Менделеева. По определению А. Холла и Р. Фейджина, Д. И. Менделеев должен был бы исходить из множества химических элементов m , известных в его время, и установить отношения между ними и их свойствами. С нашей точки зрения, процесс построения системы в данном случае связан с иной процедурой. Некоторые отношения между свойствами предполагались в самом начале, например, некоторые свойства должны были меняться от элемента к элементу по относительно простому закону. Гениальность Менделеева проявилась именно в том, что в поисках множества элементов, обладающих данными свойствами, он вышел за пределы известного ему множества химических элементов. Таким образом, на основе систематизации было сделано предсказание существования новых элементов — факт совершенно непонятный с точки зрения определения системы А. Холлом и Р. Фейджином. С их точки зрения, строго говоря, Д. И. Менделеев сделал ошибку, определив отношения R на том множестве, которое было ему задано.

Против предложенного определения может быть сделано следующее возражение. Несмотря на то, что не для всякого отношения $R(P)$ и не для всякого свойства $(R)P$ существует множество m , образующее относительно них систему, всегда можно подобрать такое отношение R и свойство P , чтобы произвольно взятое множество m , по нашему определению, могло быть названо системой.

Так, для приведенного выше множества, состоящего из Петра I, самого большого в мире кита, города Токио, числа π , аристотелевского силлогизма и постановки чеховской пьесы в МХАТе, можно подобрать отношения между свойствами, которые этими множествами реализуются, и в силу этого данное множество окажется системой. Однако поскольку $R(P)$ есть нечто внешнее для m и задано независимо от m , в этом не больше убедительного, чем в том, что для любого тела всегда можно подобрать такую систему отсчета, в которой оно будет обладать любой наперед заданной кинетической энергией. Если имеет смысл делить тела

по величине кинетической энергии лишь в отношении к наперед заданной системе отсчета, то деление объектов на системы и несистемы имеет смысл лишь при условии предварительного задания отношения и свойств. Последние определяются задачами исследования. Как справедливо отмечают Э. Г. Юдин и В. Н. Садовский, «объект как таковой, безотносительно к задачам его исследования, не может получить 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 и как системный»¹.

Усиливая это утверждение, можно сказать, что любой объект может быть рассмотрен и как системный, и как несистемный. Рассмотрим в качестве системного объект, представляющий собой множество из Петра I, числа π и т. д. Он будет представлять собой систему, если в качестве $R(P)$ взять отношение максимального различия свойств. В этом случае наша совокупность будет представлять собой систему и с точки зрения интуитивного понимания этого термина. Эта система не допускает произвольной замены элементов. Самый большой слон не подошел бы в качестве элемента нашей системы, так как в ней уже есть самый большой кит. Включению числа e — основания натуральных логарифмов — мешает наличие числа π .

Отношение разнородности свойств образует систему из m , но лишь в том случае, если имеет место процесс перехода от этого отношения $R(P)$ к элементам m , т. е. если $R(P)$ является первым элементом направленной конъюнкции: $R(P) \wedge \rightarrow (m) P$. Или, соответственно, названное множество объектов является системой, если отношение между ними обладает определенными свойствами. Такими свойствами обладает отношение максимального различия. Это симметричное, антирефлексивное отношение.

Однако как быть с отношениями того типа, которые указывались выше: Петра I не мог бы проглотить самый большой в мире кит и т. д. Эти отношения можно трансформировать в отношения между свойствами соотносящихся объектов. По определению А. Холла и Р. Фейджина, мы должны считать такое отношение системосозидающим в любом случае. При нашем же определении существенно

¹ Юдин Э. Г., Садовский В. Н. Системно-структурные исследования и их место в современной науке.—В кн.: Категория структуры и развитие физики элементарных частиц. Дубна, 1966, с. 41.

различие между двумя случаями: а) дано множество m , и мы определили те отношения, которые оказались в этом множестве (в таком случае у нас не будет системы); даны отношения $R(P)$ или свойство $(R)P$, и нам предстоит найти множество вещей с такими отношениями или свойствами (в этом случае нахождение этого множества будет нахождением системы). Например, то отношение, которое обнаружено между отдельными особенностями преступления, еще не образует из элементов этого преступления систему. Обычно говорят, что здесь имеет место случайность. Однако обнаружение тех же отношений между свойствами другого преступления, с точки зрения криминалиста, означает, что имеет место система. Следы будут образовывать систему в том случае, если они обладают именно теми свойствами, которые фиксированы заранее.

Если в качестве исходного свойства P отношения R взять свойство «не образовывать системы», то получается парадоксальная ситуация. Множество предметов с отношением, обладающим этим свойством, не будет системой. В то же время согласно определению это — система. Сама возможность парадокса связана с тем, что предметы, свойства, отношения, удовлетворяющие нашему определению, обязательно образуют систему.

Тип систем с рассматриваемой точки зрения определяется характером свойств отношения, образующего систему, или характером отношений в системообразующих свойствах.

Преимущество подхода $R[(m)P]$ заключается в том, что он, в принципе, допускает определение степени «системности», чего нельзя сделать только на основании имеющих качественный характер определений системы при подходе $[R(m)]P$.

Глава II. ДИАЛЕКТИЧЕСКИЙ МЕТОД И СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД

§ 1. Системный подход — антитеза метафизическому мышлению

Прошло более ста лет с момента рождения современной формы диалектики.

В каждую историческую эпоху на первый план выдвигалась необходимость в разработке различных сторон диалектики, которые противостоят соответствующим аспектам метафизики. Метафизический способ мышления наиболее четко проявляется в трех формах: в догматическом мышлении, релятивизме и эклектизме.

Каждая разновидность метафизического способа мышления имеет свои гносеологические корни. Догматическое мышление основано на абсолютизации результатов человеческого познания, момента определенности, дискретности, в частности на абсолютизации границ между универсальными противоположными понятиями, которые образуют каркас мышления. Релятивизм является следствием абсолютизации момента относительности нашего познания, неопределенности, непрерывности, в частности, абсолютизации неопределенности границ между универсальными противоположными понятиями, такое сильное влияние оказывающими на структуру научного и обыденного сознания. Эклектическое мышление состоит в таком механическом соединении и путанице разных уровней и методов познания, а также сторон и признаков изучаемых явлений, которое не соответствует реально существующим связям действительности.

Уже творцы современной формы материалистической диалектики противопоставляли ее всем разновидностям метафизики. Однако в период возникновения материалистической диалектики К. Маркс и Ф. Энгельс чаще всего вынуждены были бороться против метафизического мышления, принимавшего форму догматизма. Диалектика и возникла как антитеза догматической философии, которая нечто определенное утверждала в качестве абсолютного. В борьбе против абсолюта В. И. Ленин видел «зародыш диалек-

тического материализма»¹. Не случайно Ф. Энгельс сущность метафизического мышления связывал именно с абсолютизацией результатов человеческого мышления и действия². Борьбе с этой формой метафизики были посвящены работы Ф. Энгельса «Анти-Дюринг» и «Диалектика природы». Эту линию критики продолжали Г. В. Плеханов и В. И. Ленин.

К. Маркс и Ф. Энгельс посвятили ряд ярких страниц и критике двух других форм метафизики: релятивизма и эклектики. Однако проблема преодоления релятивизма перед В. И. Лениным стояла значительно острее, чем перед К. Марксом и Ф. Энгельсом. Эта задача была не только теоретической, но и социально-практической. От ее решения зависело сохранение идейного организационного единства партии.

В наше время также осуществляется борьба с метафизикой во всех ее аспектах. Однако особая потребность возникает в преодолении именно эклектического подхода к анализу реальности. Это обстоятельство обусловлено существенными чертами нашей эпохи. Достаточно отметить мощные интеграционные процессы, пронизывающие все элементы человеческой культуры, создание сложных искусственных систем, предполагающих синтез компонентов, весьма отличных друг от друга по своему качеству.

Отрицательные стороны эклектического подхода при исследовании небольших малоуровневых систем сказывались в несравнимо меньшей степени, чем при изучении сверхсложных полиуровневых систем. В несложной ситуации метод проб и ошибок позволял найти стратегию исследования, близкую к оптимальной. Другими словами, сам факт малоуровневости исследуемой системы служил как бы объективным основанием для создания иллюзии «эффективности» эклектики. Эта «эффективность» метода проб и ошибок фактически маскировала недостатки эклектики. Современные полиуровневые системы делают невозможным использование старого, испытанного на протяжении веков метода проб и ошибок, который стал непригоден для выработки оптимальной стратегии изучения сложных систем.

Метод проб и ошибок стал менее эффективным, чем ранее, ибо его применение к современным системам требует

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 275.

² См.: Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., т. 21, с. 275.

определенного периода времени, которое превышает не только срок жизни человека или время существования земной цивилизации, но также и время существования всей Вселенной¹.

Несмотря на то, что объективные основы эклектизма значительно расшатаны, в силу традиции рецидивы его встречаются довольно часто.

Трудности, возникающие при изучении сложных систем, пытаются преодолеть с помощью двух конкурирующих между собой стратегий: стратегии редукционизма и стратегии интегратизма. Редукционизм базируется на двух основных принципах: сводимости свойств целого к свойствам его частей; сводимости одного уровня анализа к другому. (Эти два принципа связаны с именем Рене Декарта).

Стратегией редукционизма мы постоянно пользуемся как в повседневной жизни, так и в своей профессиональной деятельности. И она в ряде случаев эффективна для решения определенных задач. Однако абсолютизация этой стратегии является разновидностью эклектики, ибо она ведет к смешению уровней анализа. Мы не согласны с теми естествоиспытателями, чаще всего физиками, которые считают, что термин «сведение» лишен содержания². Существование биофизики, а также молекулярной биологии или биохимии не означает сведение биологических явлений к физическим. Оно лишь означает изучение феномена жизни на соответствующих уровнях, например на уровне физики, а также, что жизнь можно понять, лишь исходя из многоуровневой системы референции.

Стратегией, противоположной редукционизму, является интегратизм. Стратегия интегратизма базируется на двух основных принципах: на принципе несводимости свойств целого к сумме его частей и связанного с ним принципа несводимости уровней реальности и уровней анализа друг к другу.

Развитие науки привело к выводу о том, что неверно рассматривать природу или ее фрагменты, изучаемые различными науками, как нечто однородное, одноуровневое. Эффективность исследований в науке резко возросла при

¹ Ср. с Эшби У. Несколько замечаний. — В сб.: Общая теория систем М., «Мир», 1966.

² См.: Волькенштейн Н. В. Об интеграции знания. — «Природа», 1975, № 2, с. 32.

введении в нее понятия о несводимых друг к другу уровнях. Смешение уровней является нарушением закона тождества. Различение уровней анализа превратилось в общеметодологическое требование и дало возможность устранить целый ряд парадоксов. Стратегия интегратизма и связанный с ней комплексный подход находят свою реализацию в рамках различных концепций, которые все чаще объединяются под названием «общая теория систем» или «системология». Диалектическое требование изучать вещь во всех ее связях и опосредованиях¹ получило здесь свое дальнейшее развитие в форме принципа системности, который ориентирован на целостное представление объектов. Такой подход явно противоположен эклектическому и получил не только теоретическое обоснование, но и находит широкое применение.

О том, что системный подход — антитеза метафизическому мышлению свидетельствует понятие «система». Имеется несколько десятков определений системы. Несмотря на большое их разнообразие, им присуща одна общая существенная черта: все они генетически связаны с интуитивным пониманием системы как некоторой целостности, которая часто считается основным признаком системы и даже синонимом понятия система. Определения понятия «система», т. е. одной из форм-экспликации интуитивного понимания системы, подчас весьма далеки от первоначального интуитивного представления о целостности. Однако можно отметить, что во всех определениях, не порвавших с интуитивным пониманием системы как целостности, присутствуют указания на те или иные условия, которым удовлетворяет множество объектов. Это, как правило, необходимые условия того, что некоторое множество представляется нами как целостность. Так, когда говорят, что система — это «целое, составленное из многих частей, ансамбль признаков»², или «система — это множество связанных действующих элементов»³, или «система — математическая абстракция, которая служит моделью динамического явления»⁴, или что система — это «совокупности, или группы элементов (частей), необходимых для выполнения некоторой

¹ См.: Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 42, с. 290; т. 29, с. 89.

² Цит. по кн.: Садовский В. Н. Основания общей теории систем, с. 93.

³ Там же с. 97.

⁴ Там же, с. 94.

операции»¹ и т. п., то указывают именно на те или иные целостные характеристики, которым удовлетворяет искомый объект. Наличие таких характеристик считается необходимым и достаточным условием, чтобы любые объекты представить в виде системы.

Эффективность того или иного конкретного представления объекта как системы в значительной мере зависит от выбора интегрирующего признака. Приведенное выше общее определение системы (см. гл. I, с. 21) предполагает не только выделение такого признака (или группы признаков) в качестве системообразующего, но и фиксацию порядка, способа изучения объекта: от свойств к отношениям и от них к вещам.

Способ деятельности, содержащийся в таком понимании системы, выступает явной антитезой эмпирическому познанию, которое всегда идет от объектов к установлению «естественных зависимостей» между ними. Эмпирический подход связан с дискретным способом представления объектов, опирающимся в основном на тактильно-зрительное восприятие. Эмпирический подход не тождествен эклектическому. Однако эмпирический метод очень часто связан с выделением отдельных объектов и зависимостей. Таким образом, он создает благоприятные условия для эклектики или, во всяком случае, не содержит достаточных средств для ее предотвращения. Единственной антитезой эклектического принципа является принцип целостности или принцип системности. Гегель противопоставил эклектике диалектический принцип снятия противоположности, который можно рассматривать как один из важных способов целостного представления объектов.

С рассматриваемым пониманием системы связаны и другие важные познавательные принципы. *Принцип релятивности* системы: любое множество предметов можно рассматривать как систему и как несистему. Неправильной является точка зрения, согласно которой все объекты можно разделить на два не перекрещивающихся между собой класса: на системы и несистемы (конгломераты), между которыми проходит четкая граница. Границы между этими классами не жесткие, а функциональные.

Принцип универсальности системы: всегда можно найти такой аспект, по отношению к которому нечто можно рассматривать как систему. Этот принцип направлен как против

¹ Цит. по кн.: Садовский В. Н. Основания общей теории систем, с. 97.

абсолютизации отдельных систем и способов их образования, так и против релятивизма, ибо любое множество можно рассматривать как систему и как несистему только в определенном аспекте, в строго определенных фиксированных условиях. И, следовательно, по отношению к этим фиксированным условиям на вопрос «является ли нечто системой или несистемой» дается вполне определенный ответ. Таким образом, принципы, содержащиеся в рассматриваемом понимании системы, направлены против основных разновидностей метафизики, они являются антитезой метафизического способа мышления.

§ 2. Роль философии в системном подходе

Статус понятия «система» философами еще точно не определен, впрочем, как и ряд других понятий, связанных с системным подходом: «структура», «инвариант», «функция» и др. Никогда еще науку не наводняло такое обилие так называемых междисциплинарных понятий, как в настоящее время. Многие из них являются общенаучными. Они обнаруживают явно двойственную природу.

По своему универсализму они напоминают философские понятия. Эти понятия включают принципы и способы деятельности, которые оказывают влияние на структуру всего мышления, в том числе и на структуру философского познания. С их экспансией в философию связано переосмысление содержания многих философских категорий и отношений между ними, на их базе осуществляется перестройка системы философских категорий. Появившись недавно, они широким потоком хлынули в философию и с каждым днем начинают играть все большую роль в постановке и решении философских проблем. Вот почему ряд философов причисляет их к философским категориям.

Однако многие из этих понятий обнаруживают и явно иную природу. Они образуют вместе с терминами нефилософских наук устойчивые комплексы, обрастая математическим аппаратом или аппаратом, сравнимым с математическим. Они используются при постановке и решении очень далеких от философии задач: конструкторско-инженерных, административно-хозяйственных, военных и др. Это заставляет протестовать против включения этих понятий в ранг философских категорий.

С нашей же точки зрения, вопрос типа «является ли понятие «система» философской категорией или нет?» —

если «или» понимать в строго разделительном смысле — поставлен не вполне корректно. Дело в том, что ни одно понятие не живет самостоятельной жизнью, что его смысл, содержащиеся в нем принципы исследования, зависят от целей и способов деятельности, с которыми оно связано, от того, в какой контекст попадает данное понятие, вместе с какими другими понятиями оно образует категориальный каркас рассуждения. В связи с этим понятие может подвергаться существенным изменениям и даже относиться к различным уровням анализа. Например, понятие, используемое на эмпирическом и на теоретическом уровне, не одно и то же: изменяется смысл, а также связанные с ним операции и принципы.

Правда, при этом надо учитывать различие самих теорий. Одни из них накладывают на мышление фиксированную систему ограничений, как, например, логика, естествознание, техника. Вот почему, попадая из классической механики в квантовую, понятие претерпевает значительные изменения. Гуманитарные же науки связаны с типами ограничений, которые менее четко фиксированы, чем в естественно-научных теориях. Диапазон одного и того же понятия может быть очень широк. Особенно это относится к общенаучным понятиям. Кстати, при любой трактовке они являются достойным объектом подлинно философского анализа.

Двойственная природа некоторых философских категорий и является предпосылкой для образования на их базе нефилософских теорий.

Создателями системологических концепций являются философы и биологи, лингвисты и экономисты и др. Однако даже те системологические концепции, которые родились в лоно философии, имеют тенденцию все дальше удаляться от нее.

Как мы видели, само понятие «система» является развитием важных принципов диалектики. Принципы целостности, релятивности и универсальности могут быть интерпретированы в этом понятии и придают ему антиметафизическую направленность. Имеются принципы и другого рода. Прежде всего сюда относятся те, которые связаны с пониманием категорий и используются при определении понятия системы: вещи, свойства и отношения. Речь идет о принципе двойственности для свойств и отношений¹, который является эффективным средством наращивания нужной информации. Этот принцип, имплицитно содержа-

¹ У е м о в А. И. Вещи, свойства и отношения, с. 172.

щийся в анализируемом понятии (точнее, в системе категорий «вещь — свойство — отношение»), позволяет в частности, сформулировать два понятия «система», с которыми связаны различные тактики познания.

Двойственность уже не является принципом диалектики, это логический принцип, хотя он и вырос из диалектики системы категорий «вещь — свойство — отношение». Тот факт, что из диалектического понимания отношения между категориями «свойство» и «отношение» вырос логический принцип, говорит о большой эвристической роли диалектического мышления.

Далее к числу важных методологических принципов современной науки можно отнести требование, говорящее о необходимости исследовать свойства объекта более высокого порядка, чем первый. Эта тенденция преодолевает узкие границы тактильно-зрительного восприятия, рамки непосредственно наблюдаемого. Концепции, основанные на исследовании структуры, состоящей из отношений более высокого порядка, чем первый, отличаются большой общностью и распространяются на предметную область значительно более широкую, чем теории, имеющие дело со структурами, непосредственно связанными с эмпирическим уровнем познания. Это «удаление» от субстрата объекта придает универсальную гибкость структурным исследованиям, относительно независимым от предметной области исследования. Иногда это может породить иллюзию всеобщей универсальности структурных исследований.

В системологической концепции этот принцип получил развитие в требовании учета системных параметров и общесистемных закономерностей. Это требование носит явно философский характер: роль философского принципа играет сама ориентация на свойства и отношения более высокого порядка, чем первый, а не ориентация на перечень конкретных свойств и зависимостей между ними.

Однако системология выполняет эту задачу не на философском, а на конкретно-научном уровне, хотя и обладающем большой степенью абстракции (об этом свидетельствует тот факт, что язык теории систем способен выполнять функцию метаязыка по отношению к конкретным исследованиям¹).

Язык системологической концепции хотя и развивается на базе философских категорий «вещь», «свойство», «отно-

¹ См.: Садовский В. Н. Основания общей теории систем. М., «Наука», 1974.

шение» скорее напоминает язык логики, математики, чем язык философии. Этот язык связан с системными параметрами и системными закономерностями, он связан с получением значений одних системных параметров на основании общесистемных закономерностей, т. е. эта задача скорее логическая, чем философская. И чем дальше развивается эта концепция, чем более совершенным становится ее язык, тем она далее удаляется от своей первоначальной философской основы. Когда ребенок становится взрослым, он покидает своих родителей. То же, в большей или меньшей мере, можно сказать о всех концепциях, которые вышли из философии. Некоторые из них широко используют кибернетические идеи и идеи, идущие от теории информации, теории игр, теории множества и т. д. Они опираются на язык, который еще более удален от философии, чем язык параметрической теории систем.

Все это говорит о том, что в настоящее время отождествление системологии с философией или с каким-то разделом философии неправомерно и может привести к грубым мировоззренческим и методологическим ошибкам.

§ 3. Системологическая проблематика в философии

Чем увереннее системология становится на собственные ноги, тем ощутимее ее влияние как на философию, так и на другие области знания. Чем же определяется это влияние?

Значимость и характер влияния отдельных наук на философию, на формирование стиля мышления эпохи отнюдь не одинаковы. Огромное влияние на философию астрономической концепции Птолемея определялось в своё время не только её онтологическими предпосылками, но и тем, что она основной точкой отсчета делала Землю. Эта концепция задавала довольно жестко определенный угол зрения и содействовала роли землян в мироздании. Строго фиксированное место Земли, а вместе с ней и человека, содействовало расцвету догматической философии и догматического мышления вообще. Значение коперниканской революции состояло в том, что она отбросила жесткие запреты, накладываемые на мышление концепцией Птолемея: Земля оказалась не единственно возможной точкой отсчета. Это был мощный удар по догматическому мышлению. Аналогично влияние Ч. Дарвина, Н. А. Лобачевского, А. Эйнштейна, Н. Бора.

Несмотря на то, что познавательные принципы, которые несли новые научные концепции, в значительной степени

преобразили философию и оказали влияние на структуру познания вообще, ни одна из этих концепций не стала и не могла стать метаязыком философии. Характер влияния логических концепций на философию несколько иной. В терминах физики вряд ли стоит истолковывать проблемы социологии, эстетики, гносеологии, хотя отдельные принципы физики могут оказать положительное влияние на эти области духовной деятельности. А с точки зрения логики можно исследовать любую область человеческого познания, в том числе и философию. В любой области четко выделяется логическая проблематика. Представители различных профессий рассуждают, дают определения, строят типологию объектов, выражаются более или менее ясно, более или менее определенно формулируют задачи, проблемы и решают их. И эти явления, хотя бы частично, подвергаются логическому анализу, эти вопросы хотя бы частично относятся к компетенции логики. Таким образом, в терминах логики можно описать достаточно важную сторону любой области знания. Поэтому логические концепции непосредственно могут быть использованы в любой сфере духовной деятельности. Это связано с тем, что логика изучает определенный уровень познания, точнее ряд уровней, потому что проблемы логического следования, в частности, построения логических исчислений и смысла, значения, интерпретации исчислений относятся к различным уровням познания. И эти уровни имеют место в любой познавательной процедуре.

Аналогична основа универсальности математики. Современная математика — это в первую очередь наука о преобразовании структур и их инвариантах. Поскольку структура имеет место в любом фрагменте реальности, то структурный анализ и связанные с ним математические способы описания и преобразования структур приложимы к исследованию любой предметной области.

В нашу эпоху приобретает огромное значение проблема оптимизации всех видов социально значимой деятельности. В этих условиях возникает необходимость создания общей теории человеческой деятельности и такие попытки, как известно, уже предпринимаются. Сюда относится, например, праксеология Т. Котарбиньского¹ и системология.

В ее терминах можно более точно сформулировать некоторые традиционные проблемы, во всяком случае, в про-

¹ См.: Котарбиньский Тадеуш. Трактат о хорошей работе. (Пер. с польск.). М., «Экономика», 1975.

цессе философского исследования мы сталкиваемся не только с логическими, но и с системологическими проблемами. Вполне понятно, что и решать такие проблемы нужно с помощью тех методов, которые выработала логика и системология.

Такой проблемой, уже ставшей классической, является, в частности, проблема систематизации философских категорий. В настоящее время на нее можно смотреть как на частный случай более широкой проблемы — проблемы комплексного исследования философских категорий. Б. М. Кедров считает, что время исследования отдельных категорий, принципов, законов диалектики уже прошло и имеется большая потребность именно в комплексном изучении различных аспектов материалистической диалектики¹.

В связи с перемещением центра тяжести на исследования сложных систем обострилась проблема совместимости уровней анализа. От решения этой проблемы в значительной степени зависит успех исследования. Какие уровни совместимы в одном исследовании? Какие не совместимы? Какое сочетание уровней анализа оптимально с точки зрения поставленной задачи? Каковы критерии этой оптимальности? Все эти и многие другие проблемы, решение которых существенно для прогресса философской мысли, могут решаться не только исходя лишь из общих философских принципов, на основании лишь философских методов. Эти вопросы входят в компетенцию системологии.

Развитие философии за последнее десятилетие показало, что выделение логической проблематики в философии и использование логического аппарата для решения этих задач стимулирует развитие философской мысли², а выделение системологических проблем в философии только начинается³.

¹ См.: Кедров Б. М. О разработке материалистической диалектики. — «Вопросы философии», 1973, № 9, с. 3.

² Петров Ю. А. Логическая функция категорий диалектики. М., «Наука», 1972; Nowak Z. Zasady marksistowskiej filozofii nauki. Warszawa, PWN, 1974, 294 s.; Tempezyk M. Możliwości zastosowania logiki modalnej w metodologii nauki, «Studia Filozoficzne», 1974, nr. 12, s. 89—102.

³ См.: Кребер Г. Философские категории в свете теории систем. — «Философские науки», 1967, № 3; Тюхтин В. С. Системно-структурный подход и специфика философского знания. — «Вопросы философии», 1968, № 11; Оруджев З. М. Диалектика как система. М., Политиздат, 1973.

§ 1. Общая характеристика

Иногда полагают, будто теория систем не может быть общей, а лишь обобщенной, поскольку всякое расширение сферы применимости теории ведет к обеднению ее содержания — аналогично обратному отношению между объемом и содержанием понятия¹. Согласно этой точке зрения можно сформулировать целый ряд (возможно, бесконечный) теорий систем, каждая из которых описывает и объясняет специфические типы объектов, но нельзя построить достаточно содержательной теории любых систем, поскольку последняя неизбежно должна быть тривиальной или внутренне противоречивой. Речь можно вести лишь о метатеоретических построениях, в ходе которых обобщению подвергаются «методы исследования, типы познавательных ситуаций, исследовательские средства»².

На первый взгляд такой вывод кажется основательным. Ведь всякая вещь может быть представлена в виде системы. Если это справедливо, то общесистемная теория должна указывать на связь таких свойств, которые присущи каким угодно предметам. Но многие ли свойства являются общими сразу для любых вещей? Не обобщены ли уже такие признаки в обычных философских категориях? И не является ли знание о взаимосвязях таких свойств некоторым традиционным знанием? В самом деле, какую обобщенную теорию за пределами философии можно построить о таких разнородных предметах, как, скажем, снежинка, заяц, сновидение, число π , ирригационные сооружения, тождество, инфляция, родительный падеж и родительское собрание?

Не много сыщется свойств, которые можно приписать одновременно всем этим вещам. И каждый раз, когда такие свойства (пара или тройка) будут обнаружены, они мо-

¹ См.: Садовский В. Н. Основания общей теории систем, с. 58—59.

² Там же.

гут оказываться уже зафиксированными в некоторых философских категориях, связанных с выяснением природы мира, его структуры и изменений, его познания. Указанное множество вещей, например, легко разбивается на подмножества по таким признакам, как материальность и идеальность, но его нельзя разделить на классы, основываясь на каких-либо свойствах не категориально-философского порядка: белый, умный, деревянный, мокрый и т. п.

Заметим при этом, что нереализуемость свойства на некоторой вещи может быть понята, по крайней мере, в двух смыслах. Одно дело сказать: эта роза не красная. Такое высказывание осмысленно и означает, что роза могла бы быть красной, но в данном случае она белая. И совсем другое дело сказать, что роза не поёт. Приписывание последнего свойства розе вообще бессмысленно. Являются бессмысленными (а не просто ложными) высказывания о голубых силлогизмах, веселых суффиксах, остроумных холодильниках, деревянных $\sqrt{-1}$ и т. п. Н. В. Гоголь, рассуждая как-то о законах фантастического в искусстве, отмечал, что можно писать о яблоне с золотыми яблоками, но не о грушах на вербе.

Однако из того факта, что за исключением некоторых философских категорий вряд ли найдутся какие-либо свойства, которые могли бы быть приписаны любым вещам, не следует, что нет таких свойств, которые не бессмысленно приписывать тем же самым любым вещам, но уже представленным в виде систем. Некоторые свойства действительно могут быть приписаны всякой системе. Ничего мистического в этом нет — ведь системное представление вещи требует, по крайней мере, предварительного вычисления элементов, системообразующего свойства и структуры, а набор (вернее, отношение) этих вещей, действительно, всегда обладает некоторыми общими свойствами. Так, бессмысленно говорить о простоте или сложности тех же зайца, снежинки, родительного падежа и т. п. Если же эти предметы представлены в виде определенных систем, то вопрос о простоте (сложности) становится во всех случаях осмысленным.

Итак, понятие системного параметра в самом общем значении термина, можно разъяснить таким образом, что это фиксированное значение (иногда — величина) такого признака, по которому объем понятия «система» может быть разделен на классы в соответствии с обычными в логике правилами деления объема понятия: эти классы не должны

пересекаться друг с другом, они должны совместно исчерпывать объем понятия «система» (при заданных системообразующих свойствах и отношениях).

Про любую систему можно сказать, входит ли она в класс систем с данным значением параметра или нет. Подчеркнем еще раз следующее: из того обстоятельства, что все системы могут быть разделены на классы по некоторому фиксированному признаку, не обязательно следует, что указывается системный параметр: данный признак может оказаться признаком, отображаемым философской категорией. Системные же параметры — это всегда такие характеристики объектов, которые указывают на свойства, порождаемые отношениями в предметах, уже представленных как системы, и которым можно приписать определенные значения. Коррелятами данного отношения следует считать элементы системы t , ее структуру R и системообразующее свойство P .

Опишем некоторые из тех признаков, которые позволяют делить системы на классы дихотомически и поэтому приобретают только два значения. Любым системам не бессмысленно приписывать такой двузначный признак, как расчлененность. Соответственно данному свойству системы могут быть либо расчлененными, состоять не менее чем из двух элементов, либо нерасчлененными, состоящими из одного элемента. Примером нерасчлененной системы может служить система отсчета в физике. Когда соотносят нечто с системой отсчета, не интересуются числом элементов. Систообразующее отношение нерасчлененных систем всегда рефлексивно.

Примером другого системного свойства может служить взаимная автономность элементов. Соответственно этому свойству у системы имеется параметр элементарной автономности тогда, когда каждому ее элементу присущи основные свойства системы в целом. (Второе значение данного, как впрочем и любого другого, называемого ниже, параметра получается путем характеристики дополнительного класса). Скажем, преподавание в начальных классах средней школы могло бы вестись группой (системой) учителей-предметников, но ведется одним учителем благодаря именно этой автономности. То же самое уже невозможно в старших классах: сложность программы делает систему элементарно неавтономной.

Рассмотрим параметр вариативности. Система может изменяться, проходя ряд состояний, превращаться в дру-

гую систему. Изменяемость — признак, существенным образом ее характеризующий. Такая система является вариативной. Невариативные системы понятием изменения не характеризуются. Они не имеют «состояний» в прямом смысле этого слова. Утверждение о существовании невариативных систем не противоречит диалектико-материалистическому принципу всеобщности движения: тело, например, может изменять свое пространственное положение или даже изменяться качественно, но не в том смысле, как оно определено в виде системы. Географическая карта, конечно, изнашивается, т. е. изменяется. Кроме того, при переиздании географических карт в них вносятся какие-то изменения. Но данная карта, как определенная система условных обозначений, не имеет состояний и, безусловно, является невариативной системой. К невариативным системам относятся натуральный ряд чисел, кристаллическая решетка, фигуры силлогизмов, анатомический атлас и т. п.

Большая группа параметров выделяется именно по отношению структуры к субстрату R/m . Отношение структуры к элементам описывается, в частности, с помощью понятия элементарности. Система элементарна тогда, когда ни один ее элемент не является системой с такого же типа структурой. Например, система политической учебы на отдельном предприятии является элементарной, потому что состоит из отдельных кружков и семинаров, каждый из которых уже не может быть системой с аналогичной структурой. В масштабе страны эта система уже неэлементарна, так как состоит из подобных ей республиканских, областных, городских и других подсистем.

Свойством, определяемым в том же отношении, можно считать имманентность. В неимманентных системах системообразующее отношение охватывает не только элементы данной системы, но и некоторые другие. Для реализации же структуры имманентных систем посторонние элементы не требуются, множества элементов данной системы и коррелятов системообразующего отношения в них совпадают. Примером первого рода систем могут служить любые конфликтующие системы — скажем, воюющие армии, — структура которых определяется отношением к противнику. Противоположный пример — анатомическая система.

Не давая развернутых характеристик, назовем еще ряд системных свойств и двухзначных параметров.

Надежность. Соответственно этому свойству системы можно разделить на всецелонадежные и невсецелонадежные. Всецелонадежными системами являются те, которые сохраняют своё системообразующее свойство при элиминации любого количества элементов, кроме одного.

Однородность. Данное свойство может относиться к элементам и к самой структуре. В первом случае, когда системы состоят из однородных элементов, говорят об элементной (или субстратной) гомогенности. В случае же однородной структуры система может быть названа структурно (или функционально) гомогенной. Однородность, естественно, понимается в том самом плане, в котором образована система, по отношению к системообразующему свойству. Системы, неоднородные в том или ином смысле, являются, соответственно, гетерогенными.

Завершенность. Структура завершённой системы такова, что она не допускает присоединения новых элементов без разрушения этой системы. В незавершённой системе присоединение новых элементов допускается. Человечество можно представить в виде незавершённой системы. В то же время, к одному футбольному мячу нельзя добавить ещё один мяч без того, чтобы не разрушить игру. Как известно, этого не понимал старик Хоттабыч.

Минимальность. В отличие от завершенности, данное свойство указывает не на возможность присоединения, а на возможность удаления элементов. Если структура системы такова, что система разрушается при удалении хотя бы одного элемента, то система минимальна. В противном случае можно говорить о неминимальности системы.

Стационарность. Та система, которая сохраняется именно как данная, несмотря на замены элементов системы другими вещами, является стационарной. Река остаётся рекой, хотя вода в ней непрерывно меняется. Поэтому, вопреки мнению Гераклита, в одну и ту же реку все же можно войти дважды. Нестационарная система не допускает такого безразличия к субстрату. Так, нельзя заменить в музее подлинные предметы каменного века на точно такие же, но изготовленные в XX веке. Это была бы уже «не та» система.

Стабильность. Аналогичным образом можно рассуждать об устойчивости системы относительно потенциально возможных перемен в её структуре. В таком случае любые системы могут быть разделены на классы стабильных и нестабильных.

Упорядоченность. Иногда полагают, что упорядоченность характеризует любые системы¹. Не вступая в дискуссию по данному вопросу, отметим, что не для всех систем порядок их элементов существенен. В случае, если без данного порядка система не может существовать (как, например, слово без относительного расположения букв в нем), то она упорядочена. Но совершенно не существенно как расположены песчинки в куче песка, в какой последовательности идут люди по улице и т. п. Системы такого типа являются неупорядоченными.

Можно выявить и иные параметры, если за основание деления принять не упорядоченность, а какие-то ее виды. В частности, системы могут быть **центрированными** или **нецентрированными**, **цепными** или **нецепными**. В центрированной системе существует некоторый элемент, посредством которого реализуются системообразующие отношения между любой парой других элементов. Нецентрированная система выделенных таким образом элементов не имеет. Центрированные системы встречаются сравнительно редко. Чаще приходится иметь дело с различными случаями «частичной» центрированности.

Элементы цепных систем упорядочены таким образом, что системообразующее отношение связывает каждый элемент не более, чем с двумя другими элементами.

Детерминированность. Структура системы соотносит элементы таким образом, что они с той или иной степенью могут предопределять существование друг друга. Для исследователя данное свойство обеспечивает возможность предсказания. Если знания некоторых элементов достаточно для определения существования каких-нибудь других элементов, то система детерминирующая. Если же ни один элемент не предопределяет существования других элементов, то система недетерминирующая. Палеонтологи даже по отдельным частям скелета могут воссоздать облик животного. Но если мы знаем, где животное было ранее, то это еще не значит, что мы можем сказать, где оно будет в будущем. Как бы детально мы ни изучали развитие вида «собака» в прошлом, мы не смогли бы определить, что собаки полетят в космос.

¹ «Система есть одно из названий порядка, противоположность хаосу». — Б и р Ст. Кибернетика и управление производством. М., «Наука», 1965, с. 277.

Данный перечень общесистемных параметров не может считаться исчерпывающим¹. Во всяком случае, в настоящее время нет никакого способа указать общую численность свойств, по которым выделены параметры, или хотя бы определить конечно это число, либо бесконечно. Можно лишь констатировать, что если сначала работа по поиску новых параметров продвигалась весьма споро, то теперь, несмотря на кажущуюся легкость, она замедлилась. Может быть это связано с тем, что число общесистемных свойств сравнительно невелико, а может быть — с недостаточностью эмпирического способа выявления параметров и с особенностями естественного языка, на котором осуществляются соответствующие характеристики.

Вопрос о числе и путях поисков новых параметров — не единственная и не самая существенная проблема, которая возникает в связи с классификацией систем по параметрам, классификацией самих параметров, их определением и использованием.

Уже на интуитивном уровне ощущается недостаточность дихотомического деления объема понятия «система». Исключив ошибку несоразмерности при делении, мы расплатились за это значительной неопределенностью одного из каждой пары параметров. Так, весьма неопределенным является понятие элементарной неавтономности: оно охватывает и те случаи, когда никакому элементу не присущи свойства системы в целом, и те, когда лишь некоторым из элементов эти свойства могут быть приписаны. Точно также обстоит дело с элементарной невариативностью, стационар-

¹ Более полное представление о системных параметрах можно получить, ознакомившись со следующими работами: Уемов А. И. Системы и системные параметры. — В сб.: Проблемы формального анализа систем, с. 15—35; Портнов Г. Я. Об одном примере классификации систем. — Там же, с. 110—117; Уемов А. И. Логический анализ системного подхода к объектам и его место среди других методов исследования. — В кн.: Системные исследования. Ежегодник, 1969. М., «Наука», 1969; Портнов Г. Я., Уемов А. И. Исследование зависимости между системными параметрами с помощью ЭВМ. — В кн.: Системные исследования. Ежегодник, 1971. М., «Наука», 1972; Богданович В. И. К определению понятия «системный параметр». — В кн.: Системные исследования. Ежегодник, 1972. М., «Наука», 1972; Бердников Б. Ф. та ін. До проблеми чіткості та унікальності систем. — В сб.: Філософські проблеми сучасного природознавства, вип. 34. К., «Вища школа», Вид-во при Київ. ун-ті, 1974; Богданович В. И. Представление системных параметров с помощью логических уравнений. — В сб.: Системный метод и современная наука, вып. 2. Новосибирск, Изд-во Новосибир. ун-та, 1972.

ностью, неэлементарностью, гетерогенностью, неупорядоченностью и другими. В отдельных случаях из-за этой неопределенности не удастся включить в класс систем, обладающих некоторым параметром, систему, которую по традиции принято описывать именно этим параметром: цепная реакция оказывается нецепной системой, солнечную систему не удастся отнести к классу центрированных (поскольку планеты гравитационно взаимодействуют между собой) и т. д.

Один из способов уменьшения отмеченной неопределенности состоит в том, что вводятся промежуточные значения параметров и осуществляется переход от дихотомической классификации к трихотомической и к другим видам. Во избежание недоразумений следует иметь в виду: во-первых, то, что на этом пути неопределенность может сокращаться, но не исчезнуть вовсе. Во-вторых, промежуточные значения могут устанавливаться в разных планах, в частности, при характеристике элементов и при характеристике структуры. Говоря о центрированности, можно, к примеру, выделить класс частично центрированных систем, но надо указать, что имеется в виду — то ли то, что у систем этого класса более одного центра, то ли то, что некоторые элементы могут быть связаны непосредственно, минуя центр.

Наконец, в-третьих, не для всякого системного параметра выделение промежуточных значений возможно. Свойства бинарных или тернарных отношений между структурой, элементами и системообразующим свойством, как и любые другие свойства, могут подразделяться на точечные, линейные и многомерные¹. Но точечные свойства в принципе не могут иметь промежуточных значений, не характеризуются интенсивностью. Поэтому-то не может быть «частичной расчлененности», «частичной имманентности», «частичной завершенности».

Однако, оставив в стороне вопрос об ограничении числа общесистемных параметров, можно все-таки выяснить проблему их типизации. Поскольку параметрические свойства характеризуют отношение, коррелятами которого являются элементы m , структура R и системообразующее свойство P , то естественней всего классифицировать параметры по видам этих отношений. (Впрочем, «естественность» эта не означает невозможности классификации по иным

¹ См.: Уемов А. И. Вещи, свойства и отношения, с. 101—105.

	m	P	R
m	m/m	m/P	m/R
P	P/m	P/p	P/R
R	R/m	R/P	R/R

основаниям). С этой целью зададим бинарное отношение (декартово произведение) на множестве, состоящем из элементов $\{m, P, R\}$ и изобразим результат в графическом виде.

Отношения различного уровня получили разное обозначение: на первом уровне (структура) они обозначены буквой R , а на втором — наклонной черточкой.

Ничто не указывает на нереализуемость каких бы то ни было отношений второго уровня, зафиксированных в схеме. Более того, она должна быть дополнена некоторыми тернарными отношениями, заданными на том же множестве: $m|R|P$, $R|m|P$, $R|m|m$ или даже $\frac{R}{m/m}$ $\frac{P}{R/m}$ и т. п.

На первый взгляд может показаться, что все же невозможны отношения типов P/m и m/P , поскольку это «противоречит» порядку представления объектов в виде системы. Кажется довольно-таки бессмысленным соотношение, скажем, такого системообразующего свойства, как транзитивность, с какими бы то ни было элементами. Но никакого противоречия здесь нет. Когда система уже задана, то порядок соотношения структуры, системообразующего свойства и элементов может быть любым. Именно транзитивность, конечно, не может быть приписана элементам, но такое, к примеру, свойство отношения, как его изменчивость, все-таки может быть так же свойством его коррелятов¹. Однако важно подчеркнуть, что в обоих случаях ответ был получен уже после соотношения P непосредственно с m .

Таким образом, на этом пути типизация общесистемных параметров может быть осуществлена. Другой вопрос — насколько она будет удачной. Сразу же бросается в глаза крайняя неравномерность в распределении параметров по клеточкам таблицы. Как уже отмечалось выше, большая часть параметров приходится на свойства, характеризующие отношение структуры к элементам (элементарность, имманентность, завершенность, упорядоченность и др.). Но наряду с этим есть клеточки, в которые мы пока не мо-

¹ См.: Проблемы формального анализа систем. М., «Высшая школа», 1968, с. 20.

жем вписать ни одного параметра, соответствующий класс параметров пуст. Это, например, клеточка, в которой указано отношение P/P .

С чем связана данная неравномерность? Вопрос интересный, но убедительного ответа на него тоже пока нет. Может быть в этом проявляется какая-то системная закономерность. А может быть (и это скорее всего) эмпирические поиски параметров испытывают на себе влияние некоторых традиций — опять-таки языковых, историко-научных и т. п. Возможно, что неравномерность в распределении параметров будет преодолеваться в процессе создания дедуктивной системной теории.

Необходимо также исследовать вопрос о совпадении или несовпадении параметрических описаний при двойственных определениях представления объекта в виде системы. Априори можно предположить, что и при схеме $R [(m) P]$ удастся выявить те же параметры и тем же способом их классифицировать. Но соответствующее исследование не проводилось.

Наконец, коснемся проблемы адекватности выдвинутых системных параметров решению практических задач. В духовной деятельности человека существует немало областей, которые по тем или иным причинам слабо охвачены точными методами исследования. (Назовем наудачу некоторые такие области: медицина, литературоведение, педагогика, теория живописи и музыкальной гармонии). Во всех подобных областях использование параметрических описаний нередко оказывается эффективным. Более того, и в областях, широко использующих математику (в физике, географии или, скажем, гидравлике и в экологии), имеются целые классы задач, не решаемых традиционными методами. Существует уже большая литература о необходимости системного подхода в междисциплинарных областях. В следующих разделах будет показано, каким образом к решению некоторых из таких проблем можно подойти, переходя от указания системных параметров к формулировке и использованию системных закономерностей.

Но говоря об адекватности, мы должны также поставить вопрос не только о возможности использования, но и о достаточности некоторого набора параметров и предложенной классификации для решения задач. В самом деле, просматривая литературу по системным исследованиям, можно заметить, что различные авторы называют ряд существенных, по их мнению, характеристик, которые, тем не менее, выпали из нашего перечня.

В одной из работ ¹ указаны такие типы систем, как гомеостатические, адаптивные, динамические, контролируемые. В этой и других работах системы распределяются также по классам открытых и закрытых, целостных и суммативных, целенаправленных, с обратной связью, с элементом случайности и т. д.

Не отрицая неполноты приведенного нами перечня параметров, мы все же хотим отметить, что понятия «системный параметр» и «общесистемный параметр» — не синонимы. Можно обнаружить очень большое (даже — бесконечно большое) число систем, обладающих неким параметром; но он тем не менее не будет общесистемным, если с его помощью нельзя характеризовать любые классы систем, в том числе и те, которые согласно К. Боулдингу, относятся к «первому уровню», «уровню статической структуры», «уровню основ» ².

К. Боулдинг не случайно считает системы типа графической модели, атомного ядра, молекулярной формулы кристаллической решетки, анатомии клетки, растения или животного, картографической характеристики Земли, солнечной системы, Вселенной и т. п. более фундаментальными, чем другие. Дело в том, что в системах этого типа как бы в чистом виде есть то, что имеется в любых системах, а именно: статическое сосуществование, соотношенность, экзистенциальная относительность. Без этой соотношенности не может быть никакой динамики, никакой вариантности, а без описания систем данного вида не может быть никакого организованного теоретического знания почти в любой области, поскольку без точности описаний статических взаимосвязей не возможна точная функциональная или динамическая теория ³.

Если все это действительно так, то общесистемные параметрические характеристики должны быть достаточно общими, чтобы относиться и к системам такого типа, но не должны специфицироваться до такой степени, чтобы их можно было относить только к самому процессу реальных изменений, зависимостей, взаимосвязей, взаимодействий.

¹ См.: Х а р в е й Д. Научное объяснение в географии. Общая методология науки и методология в географии. М., «Прогресс», 1974, с. 444—447.

² Б о у л д и н г К. Общая теория систем — скелет науки. — В сб.: Исследования по общей теории систем. М., «Прогресс», 1969, с. 114.

³ См.: Там же, с. 114.

Самое большое, на что может указать общесистемный параметр — это на существование у системы способности изменяться. В наших экспликациях параметров встречаются, правда, упоминания о «преобразовании» элемента системой, об «элиминации» элементов, о «присоединении» их к системе и т. п., но из контекста явствует, что речь везде идет не о реально происходящих, а потенциально возможных изменениях, а в формулировке одного из двух парных параметров указание на изменение всегда отсутствует даже в этом виде.

Как же быть исследователю, если ему необходимо рассмотреть именно реальный процесс изменений или какие-либо сугубо специфические свойства системы? Чем может в данном случае помочь параметрическая теория? В данной ситуации следует перейти к параметрам другого, более низкого уровня (назовем их «субпараметрами», используя которые можно создавать более специальные, частные теории систем. На следующем после общесистемного уровня субпараметр отличается от параметра тем, что признак системы, определенным значением которого он является, делит на виды уже не любые системы, а только те, которые принадлежат к определенному классу, выделенному по значению некоторого другого общесистемного параметра (например, к классу элементарных). Логические условия деления — те же самые, что и для параметров, но ясно, что субпараметрический признак не может характеризовать систему дополнительного класса.

По мере эскалации ко все более низким уровням описания число специальных параметров должно лавинообразно расти, поэтому целесообразно, по-видимому, выявлять частные параметрические характеристики и закономерности только тогда, когда уже сформулирована исследовательская задача. Скажем, если исследователя интересует класс упорядоченных систем, то он может, пользуясь субпараметрическими характеристиками, относить системы к подклассам с узловой и безузловой упорядоченностью, системы с прямой или косвенной упорядоченностью, системы различных видов иерархической упорядоченности и т. п. Думается, что к субпараметрическому уровню (по классу вариативных систем) следует относить и деление систем на гомеостатические и негомеостатические, адаптивные и неадаптивные, с обратной связью и без обратной связи, целенаправленные и нецеленаправленные.

По тому же ведомству, по-видимому, следует числить и такой субпараметр (ранее помещавшийся в число параметров), как цикличность. Поскольку цикличными называют такие системы, изменения свойств и элементов которых происходят в соответствии с некоторой периодичностью¹, постольку логично нециклическими считать такие, изменения которых не периодичны. В обоих случаях характеризуется класс вариативных систем.

При выяснении связи между системными параметрами вполне допустимо, если есть необходимость, «перешагивать» через уровни, соотносить частные параметры с общими. На этом пути могут быть получены некоторые новые параметры («полуторного» уровня). Нельзя лишь сравнивать параметры по одной вертикали: бессмысленно соотношение цикличности с невариантностью и т. п. Точно также новые параметры могут быть получены в процессе соотношения (конъюнктивного или дизъюнктивного) параметров на первом уровне. Эти «кентавры» в отличие от субпараметров, являются некими «суперпараметрами». Редко какой из них может быть получен путем эмпирического наблюдения.

Основная проблема общей теории систем в ее параметрической форме состоит в том, чтобы охватить все многообразие системных параметров в их взаимосвязях и зависимостях.

§ 2. Формальная типология системных параметров

Как уже отмечалось, эмпирический путь выявления системных параметров имеет определенную ограниченность. Попытаемся теперь показать, что возможен иной подход к решению указанной проблемы.

Под структурой R будем понимать некоторое множество системообразующих отношений. Рассмотрим ситуацию, представляющую собой множество U систем S_1, S_2, S_3, \dots и некоторые отношения к этому множеству отдельной системы S , символически $K(S, U)$. Отношения $K(S, U)$ могут обладать некоторыми определенными (фиксированными) свойствами $L(K)$ (или в другой интерпретации, отношения K могут отвечать известным требованиям A). В таком случае множество систем U будем называть средой для системы

¹ См.: Портнов Г. Я., Уёмов А. И. Исследование зависимостей между системными параметрами с помощью ЭВМ, с. 106.

S , а свойства $\mathcal{L}(K)$ — законами поведения (или функционирования) системы S в среде U . Таким образом, отношения K есть отношения (или, в иной интерпретации, операции) второго уровня, если R есть отношения (или операции) первого уровня.

В качестве фиксированных по свойствам отношений системы к среде изберем следующие три: сравнение, выведение и произвольное изменение, т. е. принимается, что системы в среде U можно сравнивать, выводить одну из другой и произвольно изменять.

Кроме того, принимается некоторый пустой элемент со следующим свойством: он принадлежит любой системе, но ему не принадлежит ни один элемент, отличный от него самого.

Операция сравнения систем связывается с наличием некоторых критериев K , позволяющих ответить тождественны или нет две данные системы S_i и S_j . Символически обозначим операцию сравнения $S_i \mathrel{\mathcal{Z}} S_j$. Если системы тождественны, пишем $S_i = S_j$. Если различны, пишем $S_i \neq S_j$.

Операция сравнения (или отношение сравнения) может быть ограничена критериями, связанными только с некоторой системой S_0 . Таким образом, $S_i \mathrel{\mathcal{Z}}_{S_0} S_j$ означает, что системы S_i и S_j сравнимы по критериям системы S_0 . От этих узких критериев сравнения будем отличать более широкие критерии сравнения, например, общие для всей области U .

Для области U принимается допущение $A_1: |\forall S| |\exists K| |S_i \mathrel{\mathcal{Z}}_K S_j|$, где K — некоторое множество критериев.

Таким образом, принимается, что для любых систем области имеет место либо тождество их, либо различие.

Операция сравнения позволяет осуществить разбиение множества систем U на классы тождественных (эквивалентных) систем. Это разбиение можно выполнить последовательно, начиная с любых двух систем S_1 и S_2 . Если эти системы тождественны, то относим их к одному классу тождественности, который обозначаем символом I_1 . Символ I_1 может рассматриваться также как некоторая оценка систем. Если системы S_1 и S_2 различны, то их относим к двум различным классам тождественности I_1 и I_2 . На основании A_1 любая третья система области U либо попадает в один из ранее выявленных классов тождественности, либо определит собой новый класс тождественности I_3 и т. д.

В результате получаем либо конечное множество классов тождественности I_1, I_2, \dots, I_n , либо бесконечное множество.

При разбиении области U на классы тождественности существенно не только допущение A_1 , но и использование одних и тех же критериев сравнения.

Возможность полной классификации систем по классам тождественности выразим в виде предложения «Всякая система S среды U принадлежит к одному и только одному классу тождественности».

Примем теперь вторую операцию, которую будем называть выводением из данной системы S производной системы S' . Символически $S' = Z|S|$, где Z — некоторое правило вывода, правило получения из данной системы производной. Другое обозначение $S \vdash S'$. Правилами вывода могут быть законы естественного развития, аристотелева логика, итерация некоторой операции и т. д. В результате применения к системе S операции вывода получается производная система S' .

Согласно различению системы и иных систем возможно следующее различение операции вывода: 1) выводение с помощью средств одной лишь исходной системы S , символически $S \vdash_s$; 2) выводение с привлечением средств из среды U , символически $S \vdash_u$.

Знаком N обозначим некоторый процесс разрешения вопроса относительно двух систем — выводима ли одна из этих систем из другой или нет и будем говорить об отношении выводимости или разрешимости как операции второго уровня.

Принимается допущение $A_2: |\forall S||S' \in U|$, если $S \in U$, т. е. всякая полученная с помощью правил вывода система принадлежит к области систем U .

Принимается также допущение $A_3: (\forall S)(\exists Z)(S \vdash_Z^N S_i)$, т. е. для любых систем среды U имеет место одно из положений: либо S_j выводимо из S_i , либо нет (и наоборот).

Производная от S система S' согласно A_2 принадлежит к области U и по A_1 она или тождественна системе S или отлична от нее. В результате применения операции N может быть осуществлена классификация бинарных отношений систем области U по выводимости. В самом деле:

$R_1|$ если оказывается, что две системы S_i, S_j взаимно выводимы, т. е. $S_i \vdash S_j$ и $S_j \vdash S_i$, то говорим об эквивалентных по выводимости системах;

$R_2|$ если две системы S_i, S_j таковы, что $S_i \vdash S_j$ и $S_j \not\vdash S_i$, то говорим о независимых системах;

R_3 | если две системы S_i, S_j таковы, что $S_i \vdash S_j$, но $S_j \not\vdash S_i$ (или наоборот), то говорим об односторонней зависимости систем.

Возьмем произвольно две системы S_1 и S_2 . Тогда на основании A_3 они находятся в одном из трех отношений R_1, R_2, R_3 .

Пусть теперь взята некоторая третья система S_3 . Согласно A_3 система S_3 находится с любой из ранее взятых систем в одном из отношений R_1, R_2, R_3 . Этим путем все системы области U могут быть связаны в единую сеть отношений.

Приведем пример аналитического задания некоторой сети отношений.

$$R | S_1, S_2 | = R_2$$

$$R | S_1, S_3 | = R_3$$

$$R | S_1, S_4 | = R_3$$

$$R | S_2, S_3 | = R_3$$

$$R | S_2, S_4 | = R_3$$

$$R | S_3, S_4 | = R_1$$

Здесь R — переменная, заданная на области R_1, R_2, R_3 .

Результат предшествующего обсуждения сформулируем в виде предложения. Любые две системы S_i, S_j области U находятся в одном из трех отношений.

Перейдем теперь к третьей операции — операции произвольного изменения или просто — изменения системы. Другое название принимаемой операции — замена элементов систем, замена элемента X_e системы S на любой элемент X_p , пустой или непустой, принадлежащий или не принадлежащий системе.

Символическое обозначение операции изменения системы будет $\Delta | S |$. В результате получается некоторая измененная система ΔS .

Относительно операции Δ принимается допущение A_4 $| \forall S | | \Delta S \ni U |$, если $S \ni U$.

Множество систем U замкнуто относительно операции произвольного изменения.

Согласно условию A_1 $\Delta S Z S$. А согласно условиям A_2, A_3 , имеем $\Delta S N S$.

Операция Δ может быть подразделена на некоторые виды:

1) отбрасывание элемента системы S , символическое обозначение $O = O(S)$. Отбрасывание элемента определяется

как замена непустого элемента системы S на пустой элемент;

2) присоединение элемента к системе S , символическое обозначение $\Pi = \Pi(S) = \Pi(SU)$. Присоединение определяется как замена пустого элемента системы на непустой элемент, не принадлежащий ранее системе S , т. е. на непустой элемент, взятый из среды U ;

3) внутренняя замена элементов системы, символически $k = k(s)$. Данная операция определяется как замена непустого элемента системы на другой непустой элемент той же системы. Следует иметь в виду, что элементы в системе S связаны некоторыми структурными отношениями, поэтому указанная замена есть замена членов в этих структурных отношениях. Если в структуру системы входит отношение $p.(X, Y)$, то внутренней заменой может оказаться отношение $p.(Y, X)$;

4) внешняя замена элементов систем области U символически $\mathcal{Z} = \mathcal{Z}(S, U)$. Ее определим как замену непустого элемента системы S на непустой элемент иной системы из среды U .

Таким образом, $\Delta = \{O, \Pi, K, \mathcal{Z}\}$.

Путем применения операции Δ получаем всевозможные структуры, принадлежащие (по A_4) области U . В частности, таким образом получают одноэлементные структуры, одноэлементные системы, образованные из отдельных элементов некоторой сложной системы. Поэтому различие между понятиями «система» и «элемент» становится относительным, подобно различию понятий «множество» и «элемент» в теории множества. Заметим также, что к числу систем принадлежат и пустые системы, содержащие в качестве единственного элемента пустой элемент \emptyset .

Разновидности условий действия операции изменения получим, используя ограничения: 1) операция Δ применяется «хотя бы для одного элемента», символически E ; 2) операция Δ применяется для всех элементов системы, «вплоть до последнего», кроме пустого, символически A .

Операция Δ отличается от операции выведения своим произвольным (точнее — значительно более широким, чем Z) характером, т. е. существенно, что Δ не совпадает с Z , Z истолковывается как более узкая операция производства систем, некоторое «законное» их получение. Например, Z — это естественная эволюция системы или ее развитие, переход в другую систему по естественным законам, а Δ —

некоторое случайное, не вытекающее из законов, изменение системы, получившееся в результате случайного взаимодействия данной системы с иными системами. Например, некоторый живой организм случайно укрылся в раковину и остался в ней, некоторый живой организм потерял часть своих органов и т. д.

На основании всего изложенного определим некоторую структуру M_1 (по отношению к структурам S_1, S_2, \dots структура M_1 является метаструктурой).

Определение. Под структурой M_1 понимается совокупность операций Z, N, Δ , заданных в условиях A_1, A_2, A_3, A_4 относительно некоторого множества систем S_1, S_2, S_3, \dots

В условиях структуры M_1 определим некоторую операцию, которую будем называть структурным дифференцированием системы.

Определение. Под полным структурным дифференцированием системы понимается операция, представленная двумя шагами: *шаг 1* — над системой S производится произвольное изменение — $\Delta(S)$, *шаг 2* — система ΔS , полученная в результате изменения исходной системы, сравнивается с исходной системой $\Delta S \supseteq S$, а также разрешается относительно ее, $\Delta S \supseteq S$.

Если в структурном дифференцировании ограничиваются только сравнением (или разрешением), то говорят о частном структурном дифференцировании по сравнению (и соответственно — по разрешению). Приведем пример практического применения операции структурного дифференцирования. С помощью этой операции можно уточнить понятие «системный параметр» и провести классификацию систем по параметрам. С этой целью ограничим структурное дифференцирование некоторыми условиями: а) будем различать четыре операции — отбрасывание — O ; присоединение — Π ; внутренняя замена элементов — K ; внешняя замена элементов — $З$; б) будем также различать применение названных операций хотя бы к одному элементу системы, обозначение E ; и к любому непустому элементу системы, ко всем «вплоть до предпоследнего», обозначение A ; в) далее, различаем применение операции сравнения и вывода разрешения), обозначение соответственно C и B .

Четыре условия пункта а) можно рассматривать как множество значений для некоторой переменной X , два значения E и A будем рассматривать как область определения некоторой переменной Y , и далее два значения C, B есть

область изменения переменной Z .

Определение. Под типом системного параметра понимается совокупность фиксированных значений переменных X, Y, Z .

Примеры системных параметров: (O, E, C) , $(3, A, B)$ и т. д. Теперь нам предстоит дать развернутое описание различных типов системных параметров, формально определяемых всевозможными комбинациями значений переменных X, Y, Z .

Существенно отметить одно обстоятельство. Схема (X, Y, Z) определяет лишь возможность некоторого системного параметра. А в зависимости от среды для данной системы одна из формальных возможностей осуществима, другая — нет. Но можно поступить иначе. Будем формально определять те или иные системные параметры, и приводить для них примеры, которые доказывают, что возможна среда, в отношении к которой реализуются у некоторой системы данные параметра (мы будем считать используемый пример включенным в такую среду).

Определение типа системного параметра может быть изменено в зависимости от того, какие переменные избираются для его характеристики. Так, мы ограничились на трех переменных (x, y, z) , но возможно ограничение всего на двух переменных (x, z) . Возможно также увеличение числа переменных, например, к переменным (x, y, z) добавляется еще t , выражающее два фактора — собственные средства (внутренние для системы) и использование средств из среды (внешними средствами) делается сравнение, вывод для данной системы. Наконец, в общем случае системный параметр может быть определен через использование переменных иного рода, например, простоты, надежности и т. д.

Для иллюстрации мы рассмотрим пример параметрической классификации в условиях определения параметра (x, y, z) . На неформализованном уровне исследование системных параметров было дано выше, здесь же сделаем некоторое уточнение используемых операций и условий.

Перечислим условия, определяющие системные параметры, с помощью схемы.

Здесь указаны все возможные в принятых условиях комбинации системных признаков, определяющие тип системного параметра. Таких возможных типов будет 16. Соответственно можно получить 16 отрицательных значений этих типов. Наличие или отсутствие у данной системы некоторого типа системного параметра выявляется следую-

щим образом: в отношении к данной системе рассматривается операция X в условиях (Y, Z) и устанавливается результат в смысле сохраняется или нет прежнее определение системы, остается или нет система той же.

Далее дадим описательную характеристику каждого из параметров. При этом ограничимся некоторой абстрактной универсальной средой, из которой и будем выбирать примеры.

$P_1 \cdot (O E C)$ — отбрасывание хотя бы одного элемента системы делает ее иной (в смысле допущения A_1). Будем называть

x	O				Π				K				$З$			
y	E		A		E		A		E		A		E		A	
Z	c	B	c	B	c	B	c	B	c	B	c	B	c	B	c	B
P_i t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

такие системы минимальными в противоположность тем системам, для которых указанное свойство не выполняется.

$P_2 \cdot (O A C)$ — отбрасывание непустых элементов системы вплоть до предпоследнего оставляет систему той же. Такую систему назовем всецелонадежной, а ей противоположную — невсецелонадежной.

Примером системы с параметром P_1 является система, в определении которой число членов включается как существенное свойство, например, пятиугольник. Пример системы с параметром P_2 — множество вещей, оно остается множеством вещей при отбрасывании элементов вплоть до последнего.

$P_3 \cdot (O E B)$ — хотя бы один отброшенный элемент может быть восстановлен внутренними или внешними средствами системы (напоминаем, что в данном определении параметра мы отвлекались от различия по применяемым средствам, т. е. не различаем средства собственно-системные и средства, внешние системе).

Такие системы можно назвать регенеративными.

$P_4 \cdot (O A B)$ — если свойство P_3 выполняется по отношению ко всем элементам системы, то имеем дело с новым парамет-

ром. Системы с таким свойством назовем полностью регенеративными.

Пример регенеративности системы — ящерица, разбираемая машина. Пример полностью регенеративной системы — машина, поскольку ее можно полностью разобрать на части и снова собрать.

$P_5 \{ПЕС\}$ — присоединение хотя бы одного элемента из среды делает систему иной. Будем говорить о непополняемой системе. Ей противоположна — пополняемая система.

$P_6 \{ПАС\}$ — система допускает присоединение сколько угодно элементов из среды и остается той же. Будем называть такие системы обобщенными.

$P_7 \{ПЕВ\}$ — возможно присоединение хотя бы одного элемента из среды, и этот элемент оказывается разрешимым относительно системы. Назовем такую систему детерминированной.

$P_8 \{ПАВ\}$ — если указанное свойство имеет место по отношению ко всем элементам среды, то говорим о системе полностью детерминированной.

$P_9 \{КЕС\}$ — взаимная замена хотя бы двух непустых элементов системы делает ее иной. Тогда говорим о полностью упорядоченной системе. Противоположная ей система будет называться неупорядоченной полностью.

$P_{10} \{КАС\}$ — если система такова, что любая замена ее непустых элементов не изменяет ее, то говорим об однородной системе. Противоположная по указанному свойству система будет тогда называться неоднородной.

$P_{11} \{КЕВ\}$ — произведенная перестановка хотя бы одной пары элементов системы может быть восстановлена к прежнему состоянию. (Не будем забывать, что первая операция произвольная, а вторая — восстановление — определяется правилами вывода Z). Внутренне устойчивая система — так можно назвать систему данного параметра. Противоположная ей по свойству система естественно будет называться внутренне неустойчивой.

$P_{12} \{КАВ\}$ — любая перестановка внутри системы может быть восстановлена в указанном в предшествующем пункте смысле. Тогда говорим о полностью внутренне устойчивой системе.

$P_{13} \{ЗЕК\}$ — система допускает замену хотя бы одного своего элемента на внешний непустой элемент и остается той же. Такие системы можно назвать протезируемыми.

$P_{14} \{ЗАС\}$ — система допускает замену всех своих элемен-

тов на внешние элементы и остается той же. Такую систему назовем формальной. Указанная возможность относительно нее означает, что наличие того или иного вида элемента для нее не существенно. Для нее существенно лишь наличие места элемента и некоторая структура, связывающая места. $P_{15} \{ЗЕВ\}$ — замена хотя бы одного элемента на внешний непустой элемент не изменяет способности системы к выводимости, т. е. она остается с той же способностью разрешения, что и до замены. Такую систему можно назвать внешне устойчивой.

$P_{16} \{ЗАВ\}$ — если замена всех элементов системы на элементы среды (непустые) не изменяет ее способности к выведению, то говорим о полностью внешне устойчивой системе.

§ 1. Общесистемные закономерности, выявленные статистическими методами

Взаимосвязи системных параметров определяют важнейшее понятие системной теории — системную закономерность. Совокупность общесистемных закономерностей, связывающих друг с другом общесистемные параметры, составляет ядро параметрической теории систем. Одним из путей установления таких закономерностей является статистический и корреляционный анализ.

Задача эмпирического выявления связей между системными параметрами может быть рассмотрена поэтапно.

Первым этапом является выбор и обоснование системных параметров. На этом этапе решающим является механизм выбора параметров, так как с выбором системных параметров непосредственно связан ряд вопросов относительно адекватности и полноты описания систем.

Правилами отбора системных параметров для статистического анализа могут служить правила выбора наиболее информативных признаков, разработанные в теории распознавания¹.

В качестве основы эмпирического исследования, как и в работах Г. Я. Портнова и А. И. Умова, а также Г. Я. Портнова и И. Н. Сараевой, выберем следующий набор системных параметров.

X_1 — авторегенеративность по элементам — способность системы самостоятельно восстанавливать свои элементы;

X_2 — автогенеративность по отношениям — способность системы самостоятельно восстанавливать свою структуру;

X_3 — внешняя регенеративность по элементам — способность системы восстанавливать свои элементы под воздействием других систем;

¹ См.: Ковалевский В. А., Шлезингер М. Г. и др. Читающие автоматы. Киев, «Наукова думка», 1965; Бонгард М. М. Проблемы узнавания. М., «Наука», 1967; Ивахненко А. Г. Самообучающиеся системы распознавания и автоматического управления. Киев, «Техника», 1969.

X_4 — внешняя регенеративность по отношениям — способность системы восстанавливать свою структуру под воздействием других систем;

X_5 — имманентность;

X_6 — минимальность;

X_7 — стабильность;

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.

Вторым этапом решения поставленной задачи должна явиться разработка метода эмпирического выявления связей между выбранными системными параметрами. В связи с необходимостью обработки комбинаторного богатства связей в задачах системного исследования, эти методы, как правило, представляют собой машинные алгоритмы или специальный математический аппарат.

Сформулируем поставленную выше задачу следующим образом. Пусть имеется достаточно большое множество систем, выбранных произвольным образом. С другой стороны, имеется фиксированный набор системных параметров, являющихся основанием классификации каждого объекта из рассматриваемого множества.

Обозначим множество систем через M , а его объекты через S_i ($i = 1, \dots, m$). Набор системных параметров, упорядоченный определенным образом, обозначим через

$$X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}. \quad (1)$$

Выбирая в качестве X_i общесистемные параметры согласно приведенному списку, для любого $S_i \in M$ имеет смысл одно из следующих утверждений:

S_i обладает положительным значением X_j ; ($1 \leq j \leq n$); (а)

S_i не обладает отрицательным значением X_j . (б)

Проверяя для S_i справедливость утверждений (а) или (б)

по всему набору X , любому S_i можно поставить в соответствие некоторый n -мерный двоичный вектор S_i .

$$S_i = \{\delta_{1i}, \delta_{2i}, \dots, \delta_{ni}\}, \quad (2)$$

где $\delta_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если для } S_i \text{ справедливо (а) } (j = 1, 2, \dots, n), \\ 0, & \text{если для } S_i \text{ справедливо (б) } (i = 1, 2, \dots, m). \end{cases}$
Совокупность значений компонент вектора (2) как набор в двоичновосьмеричном коде рассматривается как тип описания систем.

Задача заключается в определении вероятности появления каждого из значений системных параметров на множестве систем M , в выявлении логических и корреляционных связей между различными комбинациями параметров.

В результате статистической обработки множества систем (25 серий по 400 систем в каждой) с помощью ЭВМ установлена неравнообъемность классов, образованных различными значениями системных параметров. Число логически возможных типов систем для 20-ти параметров равно $2^{20} = 24\,576$. Очевидно, что фактическое существование всех типов будет возможно лишь в том случае, если все рассматриваемые параметры будут независимы друг от друга. Однако анализ статистического материала показал, что уже для семи параметров из 128 возможных типов систем выявилось лишь 20, причем, распределение исследуемых систем оказалось далеко неравномерным¹. Это обстоятельство с известной вероятностью указывает на существование зависимостей между некоторыми из выбранных параметров.

Для определения корреляционных связей между параметрами на множестве из 1000 систем рассматривались всевозможные парные комбинации системных параметров, для которых подсчитывались коэффициенты парной корреляции. Степень тесноты связи оценивалась с помощью коэффициента каллигации Юла

$$Q = \frac{\alpha_1\alpha_4 - \alpha_2\alpha_3}{\alpha_1\alpha_4 + \alpha_2\alpha_3}, \quad (3)$$

где α_i ($i = 1, 2, 3, 4$) — частоты появления совместных значений признаков в комбинации².

¹ См.: Портнов Г. Я., Уемов А. И. Исследование зависимостей между системными параметрами с помощью ЭВМ.

² Юл Д. Ж. Э., Кенделл М. Дж. Теория статистики. М. Госстатиздат, 1960.

Таблица 1

Аппроксимация корреляционных связей логическими функциями

Обозначение комбинации	Q	Аппроксимации					
		I		II		III	
		аналитическое выражение	погрешность	аналитическое выражение	погрешность	аналитическое выражение	погрешность
x_1	0,998	$x_1 \rightarrow x_3$	0,395	$\bar{x}_1 \wedge x_2$	0,026	$\bar{x}_1 \wedge x_2$	0,026
x_2	-0,561	\bar{x}_1	0,199	$\bar{x} \wedge x_3$	0,029	$\bar{x}_1 \wedge x_3$	0,029
x_3	-0,495	$x_1 \wedge x_4$	0,164	$\bar{x}_1 \wedge x_4$	0,164	$\bar{x}_1 \wedge x_4$	0,164
x_4	-0,655	$\bar{x}_1 \vee x_6$	0,360	\wedge	0,097	\bar{x}_1	0,162
x_5	-0,569	$x_1 \rightarrow x_7$	0,377	$\bar{x}_1 \wedge x_7$	0,047	$\bar{x}_1 \wedge x_7$	0,047
x_6	-0,588	и	0,610	$x_3 \wedge x_3$	0,047	$\bar{x}_2 \wedge x_3$	0,047
x_7	0,974	$x_3 \rightarrow x_4$	0,432	$x_3 \wedge x_4$	0,019	$x_3 \wedge x_4$	0,019
x_8	0,504	x_4	0,206	$x_4 \wedge x_6$	0,023	$x_4 \wedge x_6$	0,025
x_9	0,506	$\bar{x}_1 \wedge x_{12}$	0,0142	$\bar{x}_1 \wedge x_{12}$	0,014	$\bar{x}_1 \wedge x_{12}$	0,014
x_{10}	0,422	$x_1 \rightarrow x_{20}$	0,410	$\bar{x}_1 \wedge x_{20}$	0,031	$\bar{x}_1 \wedge x_{20}$	0,031
x_{11}	-0,697	\bar{x}_{12}	0,154	\wedge	0,102	\bar{x}_{12}	0,154
x_{12}	0,723	$x_6 \rightarrow x_{13}$	0,355	\wedge	0,075	x_{13}	0,201
x_{13}	0,483	$x_6 \rightarrow x_{14}$	0,364	\wedge	0,083	x_{14}	0,193
x_{14}	0,771	$x_6 \rightarrow x_{15}$	0,353	\wedge	0,083	x_{15}	0,204
x_{15}	0,816	$x_7 \rightarrow x_{20}$	0,413	$x_7 \wedge x_{20}$	0,014	$x_7 \wedge x_{20}$	0,014

Продолжение табл. 1

Обозначение комбинации	Q	Аппроксимации			
		I		II	
		аналитическое выражение	погрешность	аналитическое выражение	погрешность
x_8	0,948	$x_8 \equiv x_9$	0,203	$\bar{x}_8 \wedge \bar{x}_9$	0,036
x_9	-0,573	$x_9 \wedge x_{11}$	0,352	$\bar{x}_9 \wedge \bar{x}_{11}$	0,066
x_{12}	0,485	x_{12}	0,185	$\bar{x}_9 \wedge x_{12}$	0,034
x_{13}	0,521	и	0,597	$x_{10} \wedge x_{13}$	0,064
x_{15}	0,545	и	0,598	$x_{10} \wedge x_{15}$	0,064
x_{12}	-0,500	\bar{x}_{12}	0,195	$\bar{x}_{11} \wedge x_{12}$	0,042
x_{13}	0,539	$x_{11} \rightarrow x_{13}$	0,370	$\bar{x}_{11} \wedge x_{13}$	0,055
x_{15}	0,569	$x_{11} \rightarrow x_{15}$	0,367	$\bar{x}_{11} \wedge x_{15}$	0,059
x_{16}	0,606	$x_{11} \rightarrow x_{16}$	0,358	$\bar{x}_{11} \wedge x_{16}$	0,176
x_{20}	0,656	$x_{11} \rightarrow x_{20}$	0,380	$\bar{x}_{11} \wedge x_{20}$	0,038
x_{14}	0,541	$x_{13} \vee x_{14}$	0,410	$x_{13} \wedge x_{14}$	0,043
x_{15}	0,653	и	0,613	$x_{13} \wedge x_{15}$	0,044
x_{16}	0,554	$x_{16} \rightarrow x_{13}$	0,370	$\bar{x}_{13} \wedge x_{16}$	0,202
x_{15}	0,655	и	0,645	$x_{14} \wedge x_{15}$	0,042
x_{16}	0,561	$x_{16} \rightarrow x_{15}$	0,373	$x_{16} \wedge x_{15}$	0,206
x_{19}	0,356	$x_{19} \rightarrow x_{20}$	0,395	$\bar{x}_{20} \wedge x_{19}$	0,210

Корреляционная связь параметров определяется сильной или слабой в зависимости от того, больше или меньше 0,5 коэффициент каллигации. Значение коэффициента каллигации Юла принадлежит сегменту $[-1, 1]$. С возрастанием абсолютной величины коэффициента каллигации возрастает теснота связи между системными параметрами, которые исследуются. Условимся, что если коэффициент Q больше 0,5, то связь считается сильной. В противном случае — связь между параметрами считается слабой. Оказалось, что из 190 всевозможных парных комбинаций системных параметров только 31 пара параметров обладает сильной корреляционной связью (табл. 1). Для этих пар можно сделать следующий вывод. Если коэффициент Q положителен, то с возрастанием вероятности появления положительного значения одного параметра возрастает вероятность появления положительного значения другого параметра. Если коэффициент Q отрицателен, то с возрастанием вероятности появления положительного значения одного параметра вероятность появления положительного значения другого параметра уменьшается. Для наглядности приведем матрицу связанности параметров, в которой, если параметры связаны положительно, ставим букву «П», если отрицательно — «О» (см. матрицу).

Третьим этапом решения поставленной задачи является формализация и сведение установленных корреляционных связей к возможным функциональным зависимостям. Для этого каждой комбинации системных параметров поставим в соответствие совокупность ее возможных значений (00, 01, 10, 11) и частоты появления соответствующих парных значений ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$), т. е. определим полную структуру комбинации.

Наличие структуры комбинации позволяет путем аппроксимации перейти к логическим функциям, описывающим зависимость между системными параметрами — значения частот совместного появления отдельных комбинаций $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ сопоставляются с 0 или 1. Это эквивалентно сопоставлению соответствующим парам параметров логической функции, заданной в табличном виде.

Очевидно, что для каждой пары параметров существует 16 возможных бинарных логических аппроксимирующих функций. Каждая из этих функций в большей или меньшей степени отражает качественную и количественную связь между сопоставляемыми параметрами. Поэтому необходимо

	x_1	x_2	x'_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	x_{20}
x_1		П	О			О	П					П								П
x_2	П		О																	
x_3	О	О		П																
x_4			П		П															
x_5				П																
x_6	О											О	П	П						
x_7	П										П		О							П
x_8									П		О	П								
x_9								П			О	П								

[illegible]

выбрать соответствующий критерий, чтобы отобранная аппроксимирующая функция в каждом конкретном случае наилучшим образом отображала статистические закономерности между системными параметрами.

Рассмотрим некоторые из существующих критериев аппроксимации и сравним соответствующие аппроксимации.

В названной ранее работе Г. Я. Портнова и А. И. Уимова логическая аппроксимация осуществлялась следующим образом. Из четырех величин $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ выбиралась максимальная α_{\max} , а затем рассматривались отношения частот к максимальной

$$\frac{\alpha_i}{\alpha_{\max}} = \beta_i \quad (i = 1, 2, 3, 4). \quad (4)$$

Если оказывалось, что β_i одного порядка с α_i , то соответствующим значениям логической функции присваивалась единица, в противном случае — нуль. Полученный таким образом набор значений принимался за таблично заданную булеву функцию.

Г. Я. Портнов и И. Н. Сараева в исследовании «Кореляційні та логічні зв'язки між системними параметрами» для каждой комбинации из двух системных параметров рассматривали все возможные булевы двухзначные аппроксимирующие функции. Из этих функций выбиралась та, которая давала минимальное отклонение от истинного значения частот в рассматриваемой комбинации. Величина отклонения определялась по формуле:

$$\delta = \frac{1}{m^2} \sum_{i,j=1}^4 (\alpha_i - \beta_j)^2, \quad (5)$$

где m — число параметров в рассматриваемом списке;

β_i — принимает значение 0 или 1 в соответствии со значением аппроксимирующей функции для данного набора;

α_i — частоты появления i -го выбора в комбинации.

Предложим еще один способ аппроксимации корреляционных связей логическими функциями путем введения средних величин $\alpha_{\text{ср}}$.

Если $\alpha_i < \alpha_{\text{ср}}$, то α_i приравнивается 0;

$\alpha_i \geq \alpha_{\text{ср}}$, то α_i приравнивается 1.

Средние величины можно определить, в частности, так:

$$1) \quad \alpha_{\text{ср}} = \frac{1}{2} \alpha_{\max};$$

$$2) \quad \alpha_{\text{cp}} = \frac{\alpha_{\text{max}} + \alpha_{\text{min}}}{2} ;$$

$$3) \quad \alpha_{\text{cp}} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4} .$$

Оказалось, что для этих средних величин можно подобрать логические аппроксимации, адекватно описывающие корреляционные связи. Поэтому в дальнейшем будем считать, что получена третья логическая аппроксимация, устойчивая относительно предложенных средних. Таким образом, соответственно трем уровням аппроксимации общесистемных закономерностей логическими функциями получены три вида аппроксимирующих значений с различной величиной ошибки (см. табл. 1). Сопоставляя различные аппроксимирующие функции, нетрудно видеть, что отличием третьей аппроксимации от двух предшествующих является то, что в последней получены логические зависимости для всех парных комбинаций системных параметров, имеющих сильную корреляционную связь. При этом наблюдается несоответствие логических функций для одноименных комбинаций системных параметров среди 3-х логических аппроксимаций. Причем, несоответствие вновь полученных логических аппроксимирующих функций и логических функций имеет место в 9-ти случаях. Это бывает тогда, когда по соответствующему критерию квантификации между системными параметрами аппроксимирующая логическая функция является константой.

Более сильное различие (в 28-ми случаях) наблюдается в аппроксимации, приводимой в работе. 5 из них аналогичны вышеописанным. В остальных 23-х случаях новая аппроксимация дает значительно меньшую погрешность, чем сравниваемая.

Не все логические функции рассматриваемых аппроксимаций вызывают к себе одинаковое доверие и 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, экстенциональный, решается математической статистикой. Здесь важны: число непосредственно исследованных объектов и характер отбора «выборки» из этих объектов»¹.

¹ Портнов Г. Я., Уемов А. И. Исследование зависимостей между системными параметрами с помощью ЭВМ, с. 20.

Необходимо отметить, что проблема выработки критериев, позволяющих доверять найденным закономерностям, примыкает к проблеме достоверности выводов индуктивного типа, так как выводы закономерностей, общих всем возможным системам на основе анализа данных о части таких систем, являются общесистемными; так как вообще: «...данные являются либо результатом экспериментов, либо выборкой из какой-либо конечной или бесконечной исходной (генеральной) совокупности единиц того же рода. Выводы, основываемые на изучении таких данных, носят характер индуктивный, так как исследователь делает свои умозаключения от части случаев к целому их классу»¹.

При исследовании тех или иных объектов с целью нахождения зависимостей, которые при определенных условиях можно считать общесистемными, нет никакой возможности исследовать все объекты какого-нибудь класса. Поэтому такой вывод имеет лишь вероятностный характер.

С целью исследования степени надежности полученных зависимостей определим: достаточно ли число непосредственно исследованных системных объектов и удовлетворяет ли характер отбора «выборки» из этих объектов определенным требованиям, чтобы можно было доверять найденным зависимостям как закономерностям.

Для определения числа непосредственно исследованных объектов для вывода зависимостей с определенной степенью вероятности, математическая статистика предлагает формулу²:

$$n = \frac{U_{\gamma}^2 \frac{m_0}{n_0} \left(1 - \frac{m_0}{n_0}\right)}{\Delta^2}, \quad (6)$$

где: U_{γ} — число, определяемое так, чтобы вероятность принятия нормальной случайной переменной $N(0; 1)$ значения в интервале $(-U_{\gamma}, +U_{\gamma})$ была равна γ ; $\frac{m_0}{n_0}$ — частота появления единиц с изучаемым признаком в пробной выборке; Δ — половина доверительного интервала.

Для вычислений по приведенной формуле достаточно показать, что исследуемый признак или (используя выражения, которыми пользуется математическая статистика) случайная переменная была распределена по нормальному

¹ Дружинин Н. К. Логика оценки статистических гипотез. М., «Статистика», 1973, с. 6.

² См.: Введение в математическую статистику. М., «Статистика», 1967, с. 226.

закону. Исследовать, распределена ли случайная переменная по нормальному закону, с помощью критериев согласия таких, как Пирсона (χ^2), Романовского, Колмогорова и т. д. довольно трудно в связи с тем, что в нашем случае отдельные испытания давали лишь качественный признак совместимости значений отдельных параметров. Однако можно считать, что и в нашем варианте случайная переменная, которая характеризует совместимость тех или иных значений параметров, распределена по нормальному закону. Так, Н. К. Дружинин показывает, что из центральной предельной теоремы Ляпунова «следует, что каков бы ни был закон распределения исходной совокупности, при достаточно большом числе независимых испытаний распределение выборочных средних (а также, очевидно, и долей) стремится

принять форму нормальной кривой с дисперсией $\frac{\sigma_0^2}{n}$, где σ_0 — дисперсия исходной совокупности, n — численность выборки, но поскольку данные любого эксперимента могут рассматриваться как выборка из гипотетически мыслимой совокупности всех возможных исходов этого эксперимента (совокупности стохастической), то, следовательно, выводы из теоремы Ляпунова применимы и к ним»¹. Аналогичного мнения придерживаются и другие авторы².

Для определения числа системных объектов достаточно, чтобы найденным зависимостям можно было доверять с заранее заданной степенью вероятности, мы пользовались материалами, представленными в работах Г. Я. Портнова, А. И. Умова «Исследование зависимостей между системными параметрами с помощью ЭВМ», Г. Я. Портнова «Общесистемные закономерности и методы их выявления».

В приведенной выше формуле есть ряд величин: Δ , U_γ и т. д., но в математической статистике не рассматриваются какие-либо рекомендации по их выбору³. Поэтому их придется определять несколько иным способом, который будет приведен ниже.

¹ Дружинин Н. К. Логика оценки статистических гипотез, с. 32.

² См.: Вентцель Е. С. Теория вероятностей. М., «Наука», 1969, с. 116; Дунин-Барковский И. В., Смирнов Н. В. Теория вероятностей и математическая статистика в технике. М., Гостехиздат, 1955, с. 224.

³ См.: Дунин-Барковский И. В., Смирнов Н. В. Теория вероятностей и математическая статистика в технике, с. 224.

Обычно считается, что вероятность $\gamma = 0,99$ осуществления некоторого события достаточно хороша для того, чтобы исследуемые нами значения случайной переменной (которой в нашем случае является частота появления единиц с исследуемым признаком) попали в интервал $(-U_\gamma, +U_\gamma)$. Практически обычно пользуются значениями $\gamma = 0,90; 0,95$. Мы для наших целей зададимся вероятностью $\gamma = 0,99$ и соответствующими ему значениями $U_\gamma = 2,58$.

Для выбора частоты $\frac{m_0}{n_0}$ воспользуемся табл. 4, приведенной в работе ¹, причем из этой таблицы возьмем значения, касающиеся выводов, полученных для самых больших Q , дающих наиболее устойчивые зависимости. Это $Q = 0,995$ (для комбинации X_1X_2), $Q = 0,967$ (для комбинации X_3X_4); $Q = 0,898$ (для комбинации X_8X_9). Относительно выбранных комбинаций сформулирован ряд выводов, которые кажутся устойчивыми, так как они основаны на появлении высоких значений Q (показывающих сильную корреляцию между рассматриваемыми параметрами). Для определения частоты $\frac{m_0}{n_0}$ использовалась совокупность данных, которые влияли на формулирование вывода и на получение приведенных выше значений Q .

Согласно структуре формулы Г. Я. Портнова и А. И. Уемова, некоторое сильное влияние на получение приведенных выше значений оказывают такие структуры комбинаций 00 и 11, которые в нашем случае представлены величинами 0,735 и 0,126; 0,110 и 0,770; 0,681 и 0,163 соответственно. А так как частоты этих комбинаций совместно влияют на получение обнаруженных зависимостей, то логично определить суммарные частоты, которыми окажутся 0,861; 0,880 и 0,844.

Анализ выражения $\frac{m_0}{n_0} \left(1 - \frac{m_0}{n_0}\right)$, стоящего в верхней части формулы (6), показывает, что это выражение имеет максимум при $\frac{m_0}{n_0} = 0,5$ и тем меньше, чем $\frac{m_0}{n_0} < 0,5$; так как нам необходимо определить минимальное число n , то воспользуемся значением $\frac{m_0}{n_0} = 0,126$, взятым из верхней строки табл. 4.

¹ См.: Портнов Г. Я., Уемов А. И. Исследование зависимостей между системными параметрами с помощью ЭВМ, с. 110.

Половину доверительного интервала Δ определим как половину разности между наибольшим и наименьшим значениями (суммарными значениями) частот, по значениям которых осуществляется вывод общесистемных зависимостей. Для приведенных данных частот с учетом последнего знака получим $\Delta = 0,018$ и $\Delta^2 = 0,000324$. Подставив найденные значения в формулу (6), получим $n = 2260$.

Таким образом, при численности системных объектов в выборке $n > 2260$ можно считать, что найденные зависимости являются закономерностями, так как вероятность $\gamma = 0,99$ для этого достаточна.

Как уже отмечалось¹, системные объекты исследовались сериями (25 серий по 400 объектов в серии). Здесь осуществлялся так называемый повторный отбор из генеральной совокупности численностью $N = 10000$. Поэтому можно считать, что требования найденного условия выполняются.

Укажем некоторые условия, при которых возрастает вероятность установления корреляционных зависимостей, отражающая объективные закономерности, существующие между системными параметрами.

При анализе системных объектов всегда стараются оперировать с параметрами, являющимися наиболее информативными, так как они отражают наиболее важные характеристики объекта, который определяется таким параметром. Поэтому:

1. Чем более информативны найденные системные параметры, тем выше вероятность, что найденные зависимости окажутся закономерными.

2. Если найденный системный параметр появляется с одинаковой частотой в описаниях различных системных объектов как с положительными, так и с отрицательными значениями любого параметра, то такой параметр выбран неудачно и не влияет на повышение вероятности выводов о найденных зависимостях.

3. Для выведенных 20 системных параметров число системных объектов, подвергнутых исследованию, должно быть более 2260.

В результате применения описанных выше методов к большому количеству эмпирического материала, относящегося к параметрической характеристике различных систем,

¹ См.: Портнов Г. Я. Общесистемные закономерности и методы их выявления. Канд. дис. Одесса, 1969.

было получено несколько десятков общесистемных закономерностей. Приведем некоторые из них (см. табл. 1 и аппроксимация):

1. Системы, обладающие способностью авторегенеративности по элементам, авторегенеративны по отношениям.

2. Системы, обладающие свойством авторегенеративности по элементам, обладают свойством стабильности по структуре.

3. Система, являющаяся внешнерегенеративной по элементам, является внешнерегенеративной по отношениям.

4. Не существует систем, являющихся одновременно всецелонадежными и центрированными.

5. Не существует центрированных систем, не обладающих одновременно свойством упорядоченности или свойством функциональной зависимости элементов.

6. Не существует центрированных систем, не обладающих свойством стационарности.

7. Если система минимальная, то она не является всецелонадежной, и, наоборот, всякая всецелонадежная система неминимальна.

8. Как правило, система обладает либо свойством авторегенеративности по отношениям, либо внешней регенеративностью по отношениям.

9. Всякая авторегенеративная по отношениям система, как правило, стабильна.

10. Не существует систем нестабильных и всецелонадежных.

11. Центрированные системы не могут быть одновременно и цепными.

12. Система, не обладающая свойством внешней регенеративности элементов, не обладает субстратной или функциональной гомогенностью.

13. Всякая неимманентная система, как правило, не является субстратногомогенной или функциональногомогенной.

14. Не существует цепных систем, у которых не все элементы функционально зависимы.

15. Всякая цепная система, как правило, не может обладать свойством стационарности.

16. Крайне редко встречаются системы, которые обладали бы одновременно авторегенеративностью по элементам и были бы цепными.

§ 2. Общесистемные закономерности, выявленные аналитическими методами

Даже при соблюдении всех правил предосторожности статистические закономерности не могут рассматриваться как вполне достоверные. Поэтому дальнейшее построение строгой параметрической теории систем связано с развитием аналитических методов установления общесистемных закономерностей.

Рассмотрим один из аналитических методов¹. Будем исходить из приведенных в предыдущих главах определений понятия системы.

Для удобства пользования этими определениями введем понятия субстратной и атрибутивной модели системы. Возьмем определение системы:

$$(m) S =_{\text{def}} [R(m)] P.$$

Пусть заданы свойства P . Отношения R обладают этими свойствами, что запишем как $R = R_p$. Между вещами m заданы отношения R_p . Тогда можно сказать, что система S — это вещи с заданными в них отношениями R_p . Запишем это так:

$$S =_{\text{def}} \{R_p, m\}.$$

Последнюю формулу назовем субстратной моделью системы. Субстратная модель с данными свойствами P определяет класс систем, в которых отношения обладают свойствами P .

Проанализируем двойственное определение системы:

$$(m) S =_{\text{def}} R [(m) P].$$

Пусть зафиксированы некоторые отношения \bar{R} . Тогда система \bar{S} — это множество объектов m , которые обладают заранее определенными свойствами P с отношениями \bar{R} между ними. Символически систему можно записать в виде:

$$\bar{S} =_{\text{def}} \{m, P_{\bar{R}}\},$$

¹ См.: П е р е й м е р С. И. Анализ свойств системообразующих отношений как способ установления связей между системными параметрами. — В сб.: Системный подход и современная наука, вып. 2. Новосибирск, 1972; П е р е й м е р С. И. Встановлення співвідношень між системними параметрами аналітичними методами. — В сб.: Філософські проблеми сучасного природознавства, вип. 34. К., «Вища школа», Вид-во при Київ. ун-ті, 1974.

где $P_{\bar{R}}$ — это свойства P , между которыми установлены отношения. Но эта запись уже не системы \bar{S} , а целого класса систем. Если мы зафиксируем другое отношение \bar{R} , то получим другой класс систем, который имеет следующий вид:

$$\bar{S} =_{\text{def}} \{m, P_{\bar{R}}\}.$$

Значит, в общем виде любую систему можно представить так:

$$S =_{\text{def}} \{m, P\}.$$

При этом подразумевается, что отношение R между свойствами P зафиксировано. Здесь m — множество элементов системы S , т. е. $m = \{m_1, m_2, \dots, m_n, \dots\}$, а P — множество свойств этих элементов, т. е. $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n, \dots\}$.

Итак, каждый элемент $m_i \in m$ обладает соответствующим ему свойством $P_i \in P$. Не обращая внимания на субстрат системы, будем изучать только свойства P_i элементов этой системы, т. е. будем представлять произвольную систему в виде:

$$S =_{\text{def}} \{P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_j, \dots, P_n, \dots\}.$$

Эту формулу назовем атрибутивной моделью системы.

Эти модели позволяют нам провести относительную формализацию некоторых параметров.

Используем операции над системами, введенными выше в III главе.

- 1) $\Delta^- S$ удаление одного элемента из системы S .
- 2) $\Delta^+ S$ прибавление одного элемента к системе S .
- 3) PS перестановка элементов внутри системы S .
- 4) $3S$ замена элемента системы S на элемент среды.

При помощи этих операций можно преобразовывать систему.

В частности, в результате преобразования система может измениться или не измениться. Понятие изменения системы очень часто используется в формулировках параметров.

Определение. Под изменением системы S будем понимать превращение ее каким-либо образом (в частности, при помощи операции Δ^- , Δ^+ , P , 3) в систему \tilde{S} , которая отличается от системы S , т. е. S и \tilde{S} являются разными системами. В частности, S может вообще не являться системой по данному R . В этом случае система S уничтожается.

Примем следующую аксиому: будем применять к системе одну из операций Δ^- , Δ^+ , П, З. Если при этом хотя бы один параметр системы примет противоположное значение, то система изменяется.

Покажем, какие есть возможности преобразования систем при помощи введенных операций. Для этого ради удобства введем ограничение на произвольную систему S . Возможно, этих ограничений в дальнейшем окажется недостаточно, тогда недостающие ограничения можно будет ввести дополнительно. Эти ограничения имеют следующий вид: 1) будем рассматривать только гомогенные по элементам системы; 2) если рассматривать центрированные системы, то подразумевается, что они внутренние центрированные.

Пусть S_1 является нерасчлененной системой, т. е. системой, состоящей из одного элемента. Ясно, что S_1 — вырожденный случай центрированной системы. Применим операцию Δ^+ к S_1 , получим $\Delta^+ S_1 = S_2$. Мы получили новую систему S_2 . Она центрированная, но уже расчлененная. Здесь параметр расчлененности поменял значение на противоположное, т. е. система S_1 изменилась и превратилась в систему S_2 . Применим операцию Δ^+ к системе S_2 , получим: $\Delta^+ S_2 = S_3 = S_3$ — вообще говоря, уже не центрированная. Ясно, что здесь произошло изменение системы.

Если применять операцию Δ^+ конечное число раз, то мы получим последовательность $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$. Можно считать, что на n -ом шаге произошло преобразование системы S_1 в систему S_n . Ввиду произвольности операций Δ^+ и Δ^- , можно сделать вывод: из субстрата любой системы \tilde{S} можно получить субстрат любой системы S с данным набором значений параметра. Этот вывод справедлив при наличии ограничений, введенных выше. Этот вывод показывает, какие существуют возможности преобразования систем при помощи системных операций.

Покажем, как можно производить формализацию системных параметров при помощи системных операций и понятия изменения системы. Определим минимальные и завершенные системы.

Система называется **минимальной**, если она изменяется при применении к любому ее элементу операции Δ^- . Система называется **завершенной**, если она изменяется при применении к ней операции Δ^+ .

Рассмотрим субстратную модель системы:

$$S =_{\text{def}} \{R_p, m\}.$$

Пусть P_1 — свойство упорядочения. Рассмотрим отношение упорядочения R_{p_1} , удовлетворяющее следующим условиям:

1) $aR_{p_1}b$ и $bR_{p_1}a$ одновременно не имеют места;

2) $aR_{p_1}b, bR_{p_1}c \rightarrow aR_{p_1}c$ — транзитивность.

Системы типа $S =_{\text{def}} \{R_{p_1}, m\}$ назовем вполне упорядоченными. Это частный случай упорядоченных систем.

Зададим свойство транзитивности P_T . Рассмотрим системы типа $S = \{R_{p_T}, m\}$. Ясно, что они не могут быть внутренне центрированными.

Очевидно, если отношение R обладает свойством P_1 , то оно обладает свойством P_T . Отсюда получаем такой **вывод I**: *если система упорядочена, то она может быть внутренне центрированной.*

Рассмотрим атрибутивную модель системы:

$$S = \{P_1, P_2, \dots, P_n, \dots\}.$$

Пусть \mathfrak{H} — свойство всей системы S в целом. Система называется гомогенной по элементам, если $P_1 \equiv P_2 \equiv \dots \equiv P_n \equiv \dots$, т. е. свойства всех элементов системы совпадают. Здесь гомогенность понимается как однородность элементов.

Система называется элементарноавтономной, если все $P_i \equiv \mathfrak{H}$, т. е. свойства всех элементов по отдельности совпадают со свойствами всей системы в целом.

Ясно, что если $P_i \equiv \mathfrak{H}$ для $i = 1, 2, \dots, n, \dots$, то $P_1 \equiv \dots \equiv P_2 \equiv \dots \equiv P_n \equiv \dots$, т. е. получается **вывод II**: *если система элементарноавтономна, то она является гомогенной.*

Согласно определению, если система S является сильной, то вхождение в ее состав существенно изменяет свойства вещи, ставшей ее элементом, т. е., если вещь в «свободном состоянии» обладала свойством P_i , то при вхождении в состав сильной системы S ее свойство изменится на некоторое свойство P_i . Если же система является слабой, то вещь при вхождении в нее будет обладать тем же свойством P_i , как и в «свободном состоянии».

Пусть S — элементарноавтономная система, тогда все $P_i \equiv \mathfrak{H}$. В силу вывода II система S будет также гомогенной. Тогда, очевидно, любой элемент системы S в «свободном состоянии» обладает тем же свойством, которым обладает система S в целом. Но, так как в S все $P_i \equiv \mathfrak{H}$, то эле-

менты этой системы в «свободном состоянии» обладают такими же свойствами, как и в системе, т. е. S является слабой системой. Отсюда получаем **вывод III**: *если система элементарноавтономна, то она является слабой.*

Пусть вполне упорядоченная система S является гомогенной по элементам. Тогда все элементы можно считать тождественными в том смысле, в каком понимается их однородность (например, элементы могут быть одинаковыми, могут быть однотипными и т. п.). Пусть по некоторому критерию K , который задается отношением R , элементы системы S являются однородными. Тогда они являются тождественными по этому критерию K и система S является гомогенной тоже относительно критерия K . Следовательно, в силу тождественности элементов, их можно менять местами в системе S . При этом S останется неизменной относительно критерия K . Но это противоречит условию (1) в определении отношения R_{p_1} , т. е. это противоречит тому, что S — вполне упорядоченная система. Получаем **вывод IV**: *если система является гомогенной по элементам, то она не может быть вполне упорядоченной.*

Причем, здесь гомогенность по элементам может пониматься в любом смысле, т. е. относительно любого критерия K .

Пусть теперь система S является субстратноциклической относительно тех же критериев K . Тогда в ней должны существовать хотя бы два тождественных относительно K элемента. Аналогично предыдущему случаю можно сказать, что для этих элементов не будет справедливо условие (1) из определения отношения R_{p_1} , т. е. в данном случае система S не может быть вполне упорядоченной. Получаем **вывод V**: *если система является субстратноциклической, то она не может быть вполне упорядоченной.* Очевидно, гомогенная система является субстратноциклической, так как в ней должны найтись хотя бы два тождественных свойства P_i и P_j , а в гомогенной системе все свойства тождественны. Получаем **вывод VI**: *если система является гомогенной, то она является субстратноциклической.*

Выше мы получили шесть выводов, которые представляют собой общесистемные закономерности. Все они имеют вид импликаций. Общий прием, с помощью которого были получены эти выводы, следующий. Произвели формализацию понятия системы: прямому определению системы поставили в соответствие субстратную модель, а двойственно-

му — атрибутивную модель. Ввели системные операции и понятие изменения системы. С помощью этих понятий произвели формализацию параметров. Далее мы сопоставляли полученные формализации параметров и с помощью законов математической логики находили связи между этими параметрами. В тексте не указывалось, какие законы математической логики были применены. Они считались известными.

Таким образом, т. е. введением новых системных операций, понятий преобразования системы и формализацией новых параметров можно получать новые связи. Эти связи будут найдены тем проще, чем удачнее проведется формализация параметров. Благодаря дальнейшей формализации параметров, мы можем находить все новые и новые общесистемные закономерности. Однако можно устанавливать связи с помощью уже найденных закономерностей, применяя законы математической логики. В качестве примера покажем, как можно с помощью уже полученных шести связей получить новые.

Рассмотрим вывод I. Применим к нему закон контрапозиции. Получим новую связь: *если система является внутренне централизованной, то она не может быть вполне упорядоченной.*

Аналогичного типа связи с помощью остальных пяти выводов. Рассмотрим вывод II и IV. Применим к ним такой закон:

$$(a \rightarrow b) \wedge (b \rightarrow c) \rightarrow (a \rightarrow c).$$

Получим такую связь: *если система элементарноавтономна, то она не может быть вполне упорядоченной.*

Аналогичного типа связи можно получить из оставшихся выводов, применяя этот закон.

Итак, формализуя новые параметры, мы находим связи между ними. Используя законы математической логики, мы находим связи между уже формализованными параметрами. Основной задачей здесь является формализация системных параметров. Это наиболее трудная задача, и возможно она является не всегда выполнимой для любых параметров. Если эта проблема будет решена, то вторая задача — нахождение связей при помощи законов математической логики — гораздо проще и часто является чисто технической.

Таким образом, задача построения параметрической теории систем будет успешно решена, если будут построены

общие алгоритмы систематического конструирования системных параметров и установления связей между системными параметрами, которые можно рассматривать как общесистемные закономерности. Можно продолжать попытки найти такой алгоритм на базе эмпирических методов, либо опираясь на анализ формальных свойств предикатов, предполагаемых определениями параметров.

Однако, по-видимому, перспективы развития параметрической теории систем связаны, главным образом, с построением и развитием специального логико-математического аппарата системного исследования — языка тернарного описания¹.

¹ См.: Уемов А. И. Об одном варианте логико-математического аппарата системного исследования. — В сб.: Проблемы формального анализа систем. Егуже: Формальные аспекты систематизации научного знания и процедур его развития (в печати).

Глава V. ПРОСТОТА-СЛОЖНОСТЬ КАК ОБЩЕСИСТЕМНЫЙ ПАРАМЕТР. МЕРА СЛОЖНОСТИ

Наибольшая потребность в новых методах исследования ощущается при анализе сложных систем, одной из разновидностей которых являются большие системы. Своеобразная «борьба со сложностью» ведется во всех сферах человеческой деятельности: при прочих равных условиях, простота является желательной характеристикой и системы управления производственным объединением, и конструкции машины, и школьного учебника, и научной теории, и правил орфографии. Специалист по теории систем должен быть одновременно и специалистом по упрощению. С этим утверждением Эшби У. Р. согласятся многие исследователи систем. Необходимость в создании общей теории упрощения, в том числе теории упрощения научного знания, вполне осознана современными учеными¹. Однако решение данной проблемы связано со многими трудностями.

Имеющиеся в настоящее время концепции простоты и способы определения ее меры сформулированы, как правило, применительно к довольно узким предметным областям (например, булевы функции, алгоритмы, контактные схемы и т. д.), а потому соотносимы не с системой вообще, а лишь с особыми типами систем. Разработка общесистемного подхода к измерению сложности, поиск объективных критериев сложности часто воспринимается как дело мало-перспективное, и прежде всего теми, кто считает простоту чем-то сугубо субъективным, неуловимым для измерения², а также теми, кто вообще скептически относится к созданию общей теории систем.

С общим понятием системы можно соотнести лишь такие концепции простоты, которые не связаны со спецификой той или иной предметной области. Этому условию удовлетво-

¹ См.: У е м о в А. И. Проблема построения общей теории упрощения научного знания. — В сб.: Логика и методология науки. М., «Наука», 1967.

² L o m o u c h A. Logique de la Simplicité. Paris, 1959, p. 40.

ряют исследования, выполненные в плане формальной логики. Здесь необходимо отметить прежде всего работы Н. Гудмена и Д. Кемени ¹. Как будет показано ниже, их концепции допускают общесистемное истолкование. Но прежде дадим краткое изложение основных идей Н. Гудмена и Д. Кемени относительно измерения простоты, а также некоторое обобщение этих идей с помощью теории информации.

§ 1. Логические концепции простоты Н. Гудмена и Д. Кемени

Проблема простоты, по мнению Н. Гудмена, возникает тотчас же, как только возникает проблема систематизации. «Нет ничего ошибочнее традиционного мнения,— отмечает он,— что мы сначала имеем истинную систему, а потом только ради элегантности выбираем простейшую. Мы неизбежно касаемся простоты, как только имеем дело с системой, ибо система имеет место как раз в той мере, в какой упрощены ее основной словарь и множество исходных принципов, используемых в действиях над данными предметами» ².

Известно также, что простота имеет определенное эвристическое значение. Н. Гудмен замечает по этому поводу: «Простота не является тем, что применяется после того, как истина уже определена, а является одним из стандартов правомерности, которые применяются в ходе открытия истины». «Но если простота есть тест истины и систематизации, то что же может быть тестом простоты?» — спрашивает далее Гудмен. Толкование (выбор) критериев простоты характеризуется им как одна из актуальных проблем в философии науки. Впрочем, отмечает он при этом, есть два рода скептиков, считающих, что научной проблемы простоты не существует.

Скептики первого рода не видят необходимости в ее постановке, считая вопрос интуитивно ясным: ученый всегда безошибочно знает, какая из двух гипотез или систем проще. Возражая им, Н. Гудмен отмечает, что сравнительная простота гипотез, понятий часто не является несомненной,

¹ Goodman N. Axiomatic measurement of Simplicity. The Journal of Philosophy, vol. LII; №24 (1955); Kemeny J. Two measures of Complexity. *ibid.*, Goodman N. The Test of Simplicity, «Science», v. 128, N. 3331, October, 1958.

² Там же.

ибо различные аспекты простоты могут содержать конкурирующие требования. Например, если математик из нескольких исходных понятий выводит 3 больших тома сложных формул, то вывод усложняется как раз в той мере, в какой упрощается базис. Имеет ли он право говорить о достигнутом общем упрощении системы? И да, и нет — в зависимости от задач, стоящих перед его системой. Простота включает в себя несколько характеристик, соотносящихся друг с другом, и лишь немногие из них могут быть легко оценены.

Скептики второго рода относятся с пренебрежением к изучению простоты потому, что эта проблема кажется им безнадежной: простота, по их мнению, — это нечто субъективное. Н. Гудмен отвечает, что точно такие же аргументы в прошлом могли бы выдвигаться против возможности измерения температуры и расстояний: измерение зависит от позиции наблюдателя, его состояния, атмосферы, цвета предметов и т. д., даже от интереса. Н. Гудмен считает возможным говорить о простоте системы как простоте некоторого множества терминов, причем не всех, а лишь «примитивных», т. е. таких, которые не определяются в данной системе и считаются понятными. Примитивные термины составляют внелогический базис словаря системы. Этот базис и является предметом исследования Н. Гудмена.

Предикаты, с помощью которых представлен словарь системы, могут быть одноместными и многоместными. Н. Гудмен ищет способ сопоставить любому множеству предикатов некоторое число, показывающее сложность этого множества и раскрывающее тем самым существенный аспект сложности теории.

Измерению простоты базиса также должен предшествовать выбор соответствующей единицы и способа ее выделения. Положив в основу измерения сложности предикатов число их мест, Н. Гудмен дополняет эту характеристику рядом других, существенных, по его мнению, при измерении простоты: рефлексивностью, симметричностью, самополнотой.

Рефлексивность. Известно, что рефлексивный предикат может быть применен к парам (n -кам) тождественных друг другу элементов. Например, отношение «...ровесник...» рефлексивно, так как может сопоставлять предмет с самим собой, — каждый ровесник сам себе. Гудмен устанавливает степень рефлексивности. Максимальной рефлексив-

ностью обладают избыточные предикаты, т. е. те, все последовательности которых состоят из тождественных элементов. Это наиболее простые предикаты: их сложность при любом числе мест равна сложности одноместного предиката. Минимальной рефлексивностью обладает предикат, ни одна n -ка которого не состоит из тождественных элементов (иррефлексивный предикат). Например, предикаты «...следует за...», «...южнее...» иррефлексивны, так как ни среди пар первого, ни среди пар второго нет тождественных элементов. Иррефлексивные предикаты занимают особое место среди всех прочих: с ними сравнимы по величине сложности все остальные типы предикатов. Это учитывается при выборе мер сложности базисов.

Самополнота. Найдя, что общепринятое определение транзитивности не может быть использовано при измерении сложности, Гудмен остановился на более сильной форме этого свойства — самополноте, считая его более существенным для своей теории.

Двухместный предикат $P(x, z)$ самополон, если для всех x, z, w, y , если $P(x, z)$ и $P(w, y)$, то всегда имеет место $P(x, y)$ при $Z \neq W$. Иными словами, если в предикате $P(x, z)$ мы можем заменить X и Z на элементы другой последовательности того же предиката, то предикат $P(x, z)$ самополон.

Пусть, например, на множестве болтов и гаек определено отношение «ввинчиваться». Если x ввинчивается в z и w ввинчивается в y , то x ввинчивается в y . Разумеется, это верно лишь в том случае, если болты и гайки сделаны без брака, в соответствии со стандартами.

Возьмем трехместный предикат P , реализующийся на последовательности x_1, y_1, z_1 , т. е. $P(x_1, y_1, z_1)$. Пусть на элементах $x_2 y_2 z_2$ реализуется тот же предикат — $P(x_2, y_2, z_2)$. Соответственно будем иметь $P(x_3, y_3, z_3)$ и т. д. Предикат P будет обладать максимальной мерой самополноты, если, будучи истинным на приведенных последовательностях, он будет истинен и на любой другой последовательности, где первый элемент взят с первого места, второй — со второго, третий — с третьего, например, будет истинен $P(x_3, y_2, z_1)$. Если же два элемента нужно брать из одной последовательности, то мера самополноты будет меньше, например, $P(x_1, y_1, z_2)$. Так, если из x_1, y_1, z_1 можно составить танковый экипаж, и из x_2, y_2, z_2 можно составить танковый экипаж, и из x_3, y_3, z_3 , то из x_3, y_2, z_1 тоже можно

составить танковый экипаж. Это — максимально самополный предикат.

Самополнота предиката заметно влияет на его сложность. Мера самополноты предиката, по Н. Гудмену, равна числу граней между его минимальными вычленениями, т. е. подпоследовательностями мест, относительно которых предикат самополон. Максимальная самополнота n -местного предиката равна $n - 1$. Чем выше мера самополноты предиката, тем он проще.

Симметричность. Предикат симметричен на первом уровне, если он выполняется для любых перестановок его членов внутри последовательности его мест. Частичной симметричностью будет тогда, когда предикат выполняется не для всех перестановок его членов, а лишь для некоторых.

Симметричность также значительно снижает сложность предикатов. Мера сложности n -местного иррефлексивного предиката по Н. Гудмену равна $2n - 1$ за вычетом суммы мер симметричности и самополноты.

Мера сложности одноместного предиката приравнивается Н. Гудменом к 1. В соответствии с указанным выше могут быть установлены, например, следующие численные значения сложности предикатов: $V = 1$ для одноместного, n -местного избыточного, n -местного симметричного самополного предиката; $V = 2$ для двухместного иррефлексивного симметричного, двухместного иррефлексивного самополного предикатов; $V = 3$ для двухместного иррефлексивного, трехместного иррефлексивного самополного предиката и т. д.

Н. Гудмен формулирует ряд постулатов, на которых он строит свою аксиоматическую систему. Самым фундаментальным является постулат замещаемости: «Если каждый базис типа K всегда можно заменить некоторым базисом типа L , то K не более сложен, чем L ($vK \leq vL$).

Первая теорема, доказываемая на основе этого постулата, утверждает, что «если релеватный базис типа K всегда заменим базисом типа L и наоборот, то K и L имеют одинаковую сложность»¹.

Вторым фундаментальным постулатом в концепции является постулат: «Каждый предикат в экстралогическом базисе имеет положительное значение сложности, а значение сложности базиса является суммой значений сложностей

¹ Goodman N. Axiomatic measurement of Simplicity. The Journal of Philosophy, vol. LII, N 24 (1955).

предикатов, содержащихся в нем»¹. Существенным свойством простоты, зафиксированным в этом постулате, является ее аддитивность, благодаря чему подсчет сложности базисов является простой процедурой, сводящейся к сложению.

Отмечая, что некоторые положения системы Гудмена и, в частности, выбор числовых значений для величины сложности предикатов, носят произвольный характер и не согласуются с интуицией, Д. Кемени предпринимает попытку усовершенствовать концепцию Н. Гудмена. Автор ставит сложность предикатов в зависимость от числа элементарных отношений, образующих базисы. Например, двухместный предикат $P(x, y)$ рассматривается как отношение, которое складывается из трех отношений:

$$\lambda xyP(x, y); \lambda xyP(y, x); \lambda xyP(x, x)$$

и сложность его равна 3.

Если отношение $P(x, y)$ симметрично, то первые два отношения редуцируются в одно, и сложность равна 2. Если $P(x, y)$ к тому же транзитивно, а, следовательно, рефлексивно и потому может быть выражено одним из базисных отношений $P(x, x)$, то по этому отношению измеряется сложность предиката: она равна 1.

Трехместный предикат $S(x, y, z)$ можно, по Д. Кемени, обозначить как $\lambda xyzS(x, y, z)$ и аналогично разложить на шесть тернарных отношений (переставляя его члены местами), шесть бинарных (отождествляя по два члена) и одно сингулярное (отождествляя все члены).

Итак, делает вывод Д. Кемени, число отношений, образующих базис трехместного предиката, равно 13, а следовательно, сложность его должна равняться тоже 13.

Найти число базисных отношений можно очень просто, чисто комбинаторным путем, и в этом автор видит преимущество своего предложения.

При подсчете базисных отношений предиката, некоторые из них могут быть элиминированы, благодаря чему число, соответствующее мере сложности базиса, естественно, уменьшается. Д. Кемени предлагает следующий метод понижения сложности отношений: 1) если два отношения эквивалентны, считай только одно; 2) если два отношения противоре-

¹ Goodman N. Axiomatic measurement of Simplicity. The Journal of Philosophy, vol. LII, N 24 (1955).

чивы, считай только одно; 3) если отношение аналитически универсально или пусто, не считай его вовсе.

В связи с анализом концепций Н. Гудмена и Д. Кемени возникает целый ряд проблем, связанных, с одной стороны, с выяснением сферы их применимости, а с другой — с поиском новых аспектов оценки простоты, новых подходов к ее определению. В частности, возникает вопрос, почему в качестве свойств, от которых зависит сложность предикатов, рассматриваются симметричность и самополнота. В концепции Н. Гудмена эти свойства не являются следствием формальной структуры, информация о них может быть получена при изучении фактического распределения данного отношения на некоторой области объектов. Правда, Н. Гудмен явно не указывает этого обстоятельства. Д. Кемени же существенным недостатком точки зрения Н. Гудмена считает именно то, что она ориентируется на фактическую, а не на аналитическую информацию о свойствах предикатов. Действительно, само по себе отношение нельзя назвать самополным или несамополным, не исследуя, как оно относится к множеству объектов. Это приводит к выводу о том, что названные свойства являются, по существу, не свойствами отношений самих по себе, а свойствами некоторого отношения второго порядка — свойствами отношения предиката к области его определения.

Однако в таком случае понятие самополноты, относящееся к любым последовательностям предиката, выглядит слишком узким. С точки зрения простоты-сложности представляют интерес и такие случаи, когда новые последовательности предиката могут быть образованы лишь для части других последовательностей. Если брать пример с болтами и гайками, то это будет означать, что лишь часть болтов, ввинчивающихся в одни гайки, будет ввинчиваться и в другие. Вместо универсальных кванторов, определяющих формулу, фиксирующую свойство самополноты, нужно было бы исследовать кванторы существования.

Симметричность и самополнота — не единственно возможные свойства отношений второго порядка, влияющие на простоту и сложность предиката. Ниже предлагается мера простоты предикатов, по отношению к которой указанные выше меры Н. Гудмена и Д. Кемени являются частными случаями.

§ 2. Энтропийная мера простоты

Отношение предиката и области предметов, на которой он реализуется, может быть задано различным образом. Рассмотрим способ, связанный с использованием теории информации.

Ограничимся вначале случаем двухместных предикатов r_1, r_2, \dots, r_k , реализующихся на множествах предметов m_1, m_2, \dots, m_n . Каждое из отношений может быть реализовано на некотором количестве пар. Число таких пар отношения назовем его экстенсиальной длиной на данном множестве. В предельном случае экстенсиальная длина некоторого отношения r_i может быть равна числу возможных пар, состоящих из различных элементов, т. е. $n^2 - n$. В таком случае длина всех остальных отношений будет равна нулю. Здесь мы имеем наиболее простой случай, когда на всем множестве предметов реализовано только одно отношение. Очевидно, что с появлением на множестве других отношений сложность будет возрастать. Максимальная сложность будет получена при «равноценном представительстве» всех отношений.

Мы видим, что наиболее простой случай соответствует минимальному значению функции, называемой в теории информации энтропией, наиболее сложный — максимальному значению энтропии.

Соотнесем отношение r_i с некоторой произвольно выбранной парой элементов m_s, m_t из рассматриваемого множества. Предположим, что на каждой паре элементов реализуется одно и только одно отношение из множества r_1, \dots, r_k . Вероятность того, что отношение r_i будет реализовано на паре m_s, m_t обозначим с помощью символа $P[r_i(m_s, m_t)]$. Мера неопределенности, формально отнесенная к единичному опыту — a_i , будет равна $P(a_i) \lg P(a_i)$. Подставляя вместо $P(a_i)$ выражение $P[r_i(m_s, m_t)]$, будем иметь

$$P[r_i(m_s, m_t)] \lg P[r_i(m_s, m_t)].$$

Выбор основания логарифмов, так же как и в других задачах теоретико-информационного характера, совершенно произволен.

Мы выразили энтропию, отнесенную к одному отношению и одной паре объектов. Энтропия, приходящаяся на одно отношение, может быть представлена в виде суммы энтропий, относящихся к этому отношению и каждой паре элементов.

Всего у нас будет $n^2 - n$ пар. Обозначим множество пар символами $q_1, \dots, q_e, \dots, q_{n^2-n}$. Пусть из этого множества элементы q_1, \dots, q_{e_i} являются положительными для r_i , т. е. r_i реализуется на этих элементах. Символ l_i обозначает экстенсиальную длину отношения r_i . Введем символ f , имеющий значения от $f = 1$ до $f = n^2 - n$. Энтропию, приходящуюся на положительные для r_i пары, можно в таком случае выразить в виде формулы:

$$H(r_i^+) = - \sum_{f=1}^{f=l_i} P[r_i(q_f)] \lg P[r_i(q_f)].$$

Если же вероятность того, что r_i будет реализовано для всех положительных пар одинакова, то вычисление энтропии значительно упрощается. В этом случае

$$H(r_i^+) = l_i P[r_i(q)] \lg P[r_i(q)].$$

Энтропия для отрицательных пар вычисляется по формуле:

$$H(r_i^-) = \sum_{f=l_i+1}^{f=n^2-n} P[r_i(q_f)] \lg P[r_i(q_f)],$$

при том же условии, что и выше:

$$H(r_i^-) = (n^2 - n - l_i) \{1 - P[r_i(q)]\} \lg \{1 - P[r_i(q)]\}.$$

Общее значение энтропии для отношения r_i будет выражаться так:

$$H(r_i) = - \sum_{f=1}^{f=n^2-n} P[r_i(q_s)] \lg P[r_i(q_s)] = H(r_i^+) + H(r_i^-).$$

Энтропия для всех отношений на данном множестве, которую мы обозначим символом $H(r, m)$, будет равна сумме энтропий для каждого отношения.

Здесь могут иметь место два существенных случая. В одном из них каждое отношение может устанавливаться независимо от другого. Тогда величина энтропии для суммы отношений вычисляется по следующей формуле:

$$H(r, m) = - \sum_{i=1}^{i=k} \sum_{f=1}^{f=n^2-n} P[r_i(q_f)] \lg P[r_i(q_s)].$$

Предполагая, что $P[r_i(q_f)]$ для всех f , не больших l_i , одинакова и равна $P[r_i(q)]$, определим значение этой величины через отношение числа положительных для r_i пар, т. е.

экстенсимальной длины этого отношения l_i , к общему числу всех пар, возможных на этом множестве, $n^2 - n$. Будем иметь:

$$P[r_i(q_j)] = \frac{l_i}{n^2 - n} \text{ для } 1 \leq f \leq l_i \text{ и}$$

$$P[r_f(q_j)] = 1 - \frac{l_i}{n^2 - n} \text{ для } l_i + 1 \leq f \leq n^2 - n.$$

Получаем:

$$H(r, m) = H(r_i^+) + H(r_i^-) = - \sum_{i=1}^{i=k} l_i \left(\frac{l_i}{n^2 - n} \lg \frac{l_i}{n^2 - n} \right) - \\ - (n^2 - n - l_i) \left[\left(1 - \frac{l_i}{n^2 - n} \right) \lg \left(1 - \frac{l_i}{n^2 - n} \right) \right].$$

С помощью элементарных преобразований получаем несколько более простое выражение:

$$H(r, m) = - \sum_{i=1}^{i=k} \frac{l_i^2}{n^2 - n} \lg \left(\frac{l_i}{n^2 - n} \right) - \frac{n^2 - n - l_i}{n^2 - n} \times \\ \times \lg \left(1 - \frac{l_i}{n^2 - n} \right).$$

В другом случае предполагается, что все отношения, реализуемые на множестве, исключают друг друга и все вместе взятые исчерпывают класс возможных отношений

$$\sum_{i=1}^{i=k} l_i = n^2 - n.$$

Выражение для энтропии примет в этом случае более простой вид:

$$H(r, m) = - \sum_{i=1}^{i=k} \sum_{f=1}^{f=l_i} P[r_i(q_j)] \lg P[r_i(q_j)].$$

Если вероятность реализации данного отношения для всех пар одинакова, то будем иметь:

$$\forall_f P[r_i(q_j)] = \frac{l_i}{n^2 - n}.$$

Суммарное значение энтропии вычисляется по формуле:

$$H(r, m) = - \sum_{i=1}^{i=k} \frac{l_i^2}{n^2 - n} \lg \frac{l_i}{n^2 - n}.$$

Величину энтропии, вычисленную указанным способом, можно отождествлять с мерой сложности отношений r_1, \dots, r_k реализующихся на множестве m_1, \dots, m_n , ибо она (эта величина) отражает то отношение второго порядка между r_1, \dots, r_k и m_1, \dots, m_n свойства которого, как указывалось, влияют на сложность. Такую меру сложности естественно назвать энтропийной.

В энтропийной мере сложности неявно учитываются те свойства отношений, которые играют определяющую роль в концепции Н. Гудмена. Прежде всего, как и мера Н. Гудмена, она определена для иррефлексивных отношений. Рефлексивные отношения при вычислении значения энтропии не принимались во внимание.

Симметричность отношений, равно как и самополнота, находит свое отражение в удлинении экстенсиальной длины отношения, обладающего на данном множестве этими свойствами. За счет этого удлинения должны укорачиваться экстенсиальные длины других отношений. Поскольку наиболее вероятным при прочих равных условиях является максимальное значение энтропии, при которой экстенсиальные длины отношений примерно одинаковы, увеличение длины одного отношения за счет других приводит, как правило, к уменьшению величины энтропии и, значит, понижению меры сложности. Однако, если экстенсиальная длина отношения меньше других, то ее увеличение приводит к выравниванию экстенсиальных длин отношений, т. е. к росту энтропии как меры сложности.

Существенным отличием предлагаемой энтропийной меры сложности от меры Н. Гудмена является то, что в ней неявно учитываются не только симметричность и самополнота, но и другие свойства отношений, которые могут менять их экстенсиальную длину. Эти свойства можно обобщить в понятии адекватности. Если самополнота отношения, по Н. Гудмену, определялась как выполнимость на декартовом произведении области и противообласти, то адекватность отношения можно определить как выполнимость на всех элементах декартова произведения логической суммы области и противообласти самой на себя. Так, если мы имеем $R(x, y)$ и $R(u, z)$, то логической суммой области и противообласти отношения будет множество, состоящее из четырех элементов: x, y, u, z . Элементы декартова произведения этого множества самого на себя можно обозначить следующим образом:

Мы видим, что согласно приведенному определению, адекватное отношение должно быть симметричным и рефлексивным. Комбинируя «разрешения» и «запреты» тех или иных элементов нашей матрицы, мы получаем различные типы отношений. Так, можно определить аналог самополноты как выполнимость отношения R на парах x, u и y, z в том случае, если имеет место $R(x, y)$ и $R(u, z)$.

	x	y	u	z
x	xx	xy	xu	xz
y	yx	yy	yu	yz
u	ux	uy	uu	uz
z	zx	zy	zu	zz

Квазиадекватным можно считать отношение, выполняющееся на всех элементах нашей матрицы, находящихся сверху главной диагонали.

Исследование трехместных отношений в сравнении с исследованием бинарных имеет то неудобство, что число этих отношений резко возрастает. Однако вычисления здесь будут даже более простыми, чем в случае бинарных отношений. Упрощение расчетов, получаемое путем уменьшения числа рассматриваемых отношений, значительнее, чем усложнение, связанное с увеличением числа элементов множества. Формулу для тернарных отношений можно получить из приведенной выше формулы для бинарных отношений, если вместо n^2 — n подставить соответствующее число для тернарных отношений.

Для тернарных симметричных или антисимметричных отношений имеем:

$$P[r_i(q_f)] = \frac{2l_i}{n^3 - n^2} \text{ при } 1 \leq f \leq l_i \quad \text{и}$$

значение энтропии соответственно находится по формуле:

$$H(r, m) = - \sum_{i=1}^{i=n} l_i \left(\frac{2l_i}{n^3 - n^2} \lg \frac{2l_i}{n^3 - n^2} \right).$$

В том случае, когда нужна обратная энтропийная мера сложности, характеризующая отношение множества элементов к отношениям на нем $H(m, r)$, поступаем следующим образом. Ограничимся сначала бинарными отношениями. Возьмем произвольный элемент множества m_1, \dots, m_n , скажем m_j . Этот элемент вступает с другими элементами в отношения r_1, \dots, r_k . Фиксируем направление отношений к

m_j , от других элементов. Не принимаем также во внимание отношения тождественных элементов. Каждое m_j входит в $(n - 1)$ отношений.

Выделим из множества q_1, \dots, q_f те пары, вторым элементом которых является m_j . Символ $r_i(m_j)$ будет обозначать отношения, существующие в выделенных таким образом парах. Каждое из этих отношений имеет определенную экстенсиальную длину на элементе m_j , которая является частью их экстенсиальной длины l_i , определенной на множестве m_1, \dots, m_n . Обозначим экстенсиальную длину отношения r_i на элементе m_j символом l_{ij} . По определению

$$l_i = \sum_{j=1}^n l_{ij}.$$

Энтропия, приходящаяся на одно отношение, сопоставляющее элементы m_j и m_i , будет исчисляться по формуле:

$$H(m_j, r_i) = -P[r_i(m_j)] \lg P[r_i(m_j)].$$

Значение вероятности, входящее в эту формулу, определяется из соотношения фактической и максимально возможной экстенсиальной длины на данном элементе (как это делалось выше), применительно ко всему множеству:

$$P[r_i(m_j)] = \frac{l_{ij}}{n-1}.$$

Энтропия, приходящаяся на элемент m_j , дается суммированием по i :

$$H(m_j, r_i) = -\sum_{i=1}^k \frac{l_{ij}}{n-1} \lg \left(\frac{l_{ij}}{n-1} \right).$$

Соответственно общая энтропия:

$$H(r, m) = -\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k \frac{l_{ij}}{n-1} \lg \left(\frac{l_{ij}}{n-1} \right).$$

Обобщение логических концепций простоты, и, в частности, анализ энтропии $H(r, m)$ и $H(m, r)$ на наш взгляд, дает возможность ввести понятие о простоте системы, об упрощающих свойствах отношений системы, об упрощающих свойствах элементов системы и т. д.

§ 3. Системный подход к измерению простоты

Н. Гудмен относит свою меру простоты к совокупности предикатов внелогического характера. С помощью его меры можно определить меру сложности, например, такого набора предикатов: «управляет», «зависит от», «состоит из», «взаимодействует с помощью» и т. д., т. е. метод Н. Гудмена дает возможность определить сложность отношений, в том числе и системообразующего отношения R . Сложность самого субстрата определяется лишь через совокупность отношений (не только системообразующих), имеющих место в данном субстрате.

Но можно ли отождествить простоту системы с простотой ее структуры?

И вот тут, по-видимому, то, что отмечалось как недостаток логических концепций простоты, в известном смысле может стать достоинством при анализе простоты систем. Д. Кемени считает, что свойства отношений должны оцениваться сами по себе, независимо от того, как и на каком субстрате они реализуются. Собственно логический подход так и понимается. Использование же фактической информации о конкретных отношениях, реализующихся на конкретных объектах, с этой точки зрения, не желательно. Возникает дилемма: либо мы исследуем формальные свойства отношений самих по себе и тогда применяемый логический аппарат теряет возможность выяснить свойства отношений в таком виде, в каком они существуют в данных системах, либо мы исследуем свойства отношений так, как они существуют в данных системах, и тогда теряем возможность применять формальный аппарат. На наш взгляд, решение этой дилеммы в том, чтобы развивать формальный аппарат, приспособлявая его к описанию более богатых свойств, отношений, используя информацию о свойствах отношений, проявляющихся на данной области объектов.

Анализ симметричности, самополноты, адекватности и других свойств отношений (см. введенную выше энтропийную меру) с учетом фактической информации об области предметов может быть использован для измерения сложности систем: **указанное выше понимание предполагает рассмотрение некоторых свойств и отношений не самих по себе, а с учетом того множества предметов, на котором они реализуются.** Вводимые же критерии простоты связаны с учетом свойств отношения отношений к той области, на

которой они реализуются. Следовательно, в этом смысле данные критерии согласуются с системным подходом к объектам.

Простоту системы можно рассматривать в различных планах, в том числе и относительно отдельных системных параметров. Сказанное можно пояснить.

Пусть система S_1 задана с фиксированием значений всех положений системной переменной $[\dot{R}(\dot{m})]$ \dot{P} (точка над символом переменной означает, что имеется в виду константа, входящая в область значения соответствующей переменной). Если тот или иной метод исследования относится к отдельной компоненте системной переменной, то это означает абстракцию от остальных.

Абстрагируясь от субстрата, получаем $\hat{m} [\dot{R}(\dot{m})] \dot{P} \rightarrow (\dot{R}) \dot{P}$; здесь символ \rightarrow означает, что наличие левой части предполагает наличие правой. Это некоторое обобщение импликации¹.

Исчезновение m в правой части формулы не значит, что R существует вне субстрата. Это значит только, что субстрат безразличен — имеется в виду произвольный субстрат, на котором реализуется R . Это можно выразить следующим образом:

$$(R) P \rightarrow [\dot{R}(\dot{m})] P.$$

Принимая во внимание приведенные соотношения, получим:

$$\hat{m} [\dot{R}(\dot{m})] \dot{P} \rightarrow [\dot{R}(\dot{m})] \dot{P}.$$

Исходя от комбинаторных соображений, естественно поставить вопрос о возможности абстракции от \dot{R} . Однако абстракция только от \dot{R} невозможна, поскольку P представляет собой свойство именно \dot{R} , а не субстрата \dot{m} , и абстракция от \dot{R} будет вместе с тем означать и абстракцию от P . Таким образом, мы получаем уже рассмотренный случай.

Можно сформулировать общее правило абстракции, согласно которому в упорядоченном множестве компонент системной переменной $P \rightarrow R \rightarrow m$ абстракция может производиться лишь от крайних в этой последовательности элементов таким образом, чтобы не разрушалась вся их цепь.

¹ См.: У е м о в А. И. Об одном варианте логико-грамматического аппарата системного исследования. — В сб.: Проблемы формального анализа систем. М., «Высшая школа», 1968.

Таким образом, получаем четыре рассмотренных выше случая: абстракция от m и затем, в том же направлении, от R , абстракция от P и затем, в том же направлении, от R .

Результат абстракции можно подвергнуть новой операции абстрагирования, изменив ее направление. Так, при анализе системообразующего отношения \dot{R} можно отвлекаться от тех его свойств, которые делают его системообразующим, или от субстрата. Тогда получим:

$$\hat{P}(\dot{R}) P \rightarrow \dot{R}, \quad \hat{m}R(\dot{m}) \rightarrow R.$$

Тот же результат мы можем получить иным способом, исходя из другого, двойственного рассмотренному определению понятия системы, выражаемого схемой:

$$S = \dot{R}[(\dot{m})\dot{P}].$$

Логическая функция \dot{R} в обоих случаях различна. Если в первом определении \dot{R} представляет собой отношение между элементами системы, то во втором — между свойствами этих элементов. Если стать на точку зрения Кемени, то логика в состоянии анализировать лишь свойства \dot{R} как такового. В этом плане несущественно различие ролей \dot{R} в образовании системы.

Таким образом, различие в подходе к рассматриваемому вопросу между Гудменом и Кемени можно выразить так:

$$G.V(S) = V[\dot{R}(\dot{m})];$$

$$K.V(S) = V(\dot{R}).$$

Здесь V — мера сложности, G, K — символ точек зрения Н. Гудмена и, соответственно, Д. Кемени.

На основании чисто комбинаторных соображений можно сформулировать еще ряд подходов к оценке простоты системы:

$$U_1.V(S) = V[(\dot{R})\dot{P}];$$

$$U_2.V(S) = V[\dot{P}];$$

$$U_3.V(S) = V(\dot{m}).$$

Если принять во внимание двойственное определение системы, то получим еще две точки зрения:

$$U_4.V(S) = V\{\dot{R}[(\dot{m})\dot{P}]\} = V[\dot{R}(\dot{P})];$$

$$U_5.V(S) = V\{\dot{R}[(\dot{m})\dot{P}]\} = V[(\dot{m})\dot{P}].$$

Каждая из точек зрения $U_1 \dots U_5$ может быть обоснована и имеет право на существование наряду с G и K .

Выяснение логической сущности формул U_1, U_4, U_5 предполагает уточнение вопроса о том, о каком именно ограничении идет речь. Так, формулу $[(\dot{R}) \dot{P}]$ можно понимать двояко. С одной стороны, ее можно интерпретировать как выражение системообразующих свойств \dot{P} в той форме, в какой они приписываются заданному отношению \dot{R} . Такая интерпретация соответствует той, которая давалась в формуле G .

Формулы G и U_1 в том случае, когда принимается указанная интерпретация, будем обозначать как G' , соответственно, U'_1 . С другой стороны, U_1 может означать оценку сложности систем по R постольку, поскольку это отношение обладает системообразующим свойством P . Такое ограничение во всяком случае не кажется неразумным. Среди свойств \dot{R} далеко не все являются системообразующими. Различие между системообразующими и несистемообразующими свойствами весьма существенно.

Поэтому свойства отношений, исследуемые направлением Н. Гудмена, — рефлексивность, симметричность, самополнота и число мест — будут иметь совершенно разное значение для оценки сложности системы в зависимости от их веса в системе. Это обстоятельство концепция Гудмена совершенно не учитывает.

В случае принятия указанной интерпретации формулу U_1 обозначим как U''_1 . Соответственно можно ввести модификацию G . Тогда G'' будет означать оценку сложности системы в зависимости от сложности субстрата, но не самого по себе, а постольку, поскольку в этом субстрате реализуется системообразующее отношение R . Введенная выше прямая энтропийная мера простоты применима при подходе G' , а обратная — при G'' .

Системообразующее свойство \dot{P} само по себе может быть более или менее сложным. В ряде случаев сложность системы всецело определяется сложностью системообразующих свойств \dot{P} . Тогда находит применение концепция U_2 . Сложность свойств вообще, а значит и системообразующих, можно определить в зависимости от их типа. Так точечные свойства естественно считать более простыми, чем линейные, линейные — проще, чем двумерные и т. д.

Когда мы считаем человека неизмеримо сложнее любой машины, то исходим из большей сложности субстрата человеческого мышления — мозга по сравнению с неживой материей, из которой сделана машина. Здесь применяется концепция U_3 . В качестве критерия сложности в этом случае можно, например, избрать генетическо-эволюционный, постулируя, что развитие идет от простого к сложному. Тогда живая материя будет признана сложнее неживой, так как она является плодом эволюции последней.

Концепция U_4 коррелятивна концепции G . Различие здесь лишь в том, что рассматриваются отношения не непосредственно между элементами системы, а между их свойствами. Такой подход в ряде случаев имеет определенные преимущества, в частности, при анализе математических формул физических законов.

Аналогично различению G' и G'' необходимо различать U'_4 и U''_4 . Во втором случае речь идет о системообразующих свойствах постольку, поскольку между ними имеет место отношение \dot{R} , U'_5 означает оценку по системообразующим свойствам \dot{P} , поскольку они реализуются в субстрате m' . В этом плане U'_5 аналогична концепция Гудмена G . U'_5 относится к определению сложности субстрата, но не как такового, а поскольку он обладает системообразующими свойствами, соотносимыми друг с другом с помощью R . Такая концепция имеет те же преимущества в плане системных исследований в сравнении с U_3 , что и U'_1 в сравнении с K .

При измерении сложности системы могут быть использованы различные подходы (концепции) в зависимости от того, какие компоненты системы учитываются.

Та или иная мера простоты (выше рассматривались меры Н. Гудмена, Д. Кемени, энтропийная мера) должна выбираться в соответствии с осуществляемым подходом. При этом различные варианты той или иной меры могут быть применены как при одном и том же, так и при различных подходах. Например, те или иные разновидности энтропийной меры могут быть применены к оценке структурно-субстратной, субстратно-структурной и чисто структурной простоты. Мера же Д. Кемени применена лишь к чисто структурной простоте.

Параметрическая оценка простоты. Непосредственное применение изложенных выше мер простоты для оценки

больших и сложных систем связано с целым рядом трудностей, ибо уже для случая систем средней сложности приходится сталкиваться с необходимостью анализировать 20—50-местные отношения. Для того чтобы оценить сложность подобных систем, например, по теории Н. Гудмена, нужно провести труднейший содержательный анализ предиката, выражающего отношения между элементами систем, с целью определения таких его характеристик, как симметричность, самополнота и т. д.

Если учесть, что процесс адекватного представления в логической форме системы АСУ среднего по размерам предприятия сам по себе является сложнейшей логической задачей, требующей больших затрат времени и сил, а также то, что в результате подобного представления нам неизбежно придется оперировать десятками и сотнями предикатов с числом мест 10 и более, то становится очевидным, насколько громоздкой и трудоемкой будет реальная процедура измерения сложности систем. К тому же в реальных практических ситуациях чаще всего приходится иметь дело с такими системами, когда по меньшей мере часть отношений между элементами и подсистемами совершенно неизвестна. По-видимому, в этом случае энтропийный подход становится малоэффективным и может привести к значительным ошибкам в оценке сложности систем.

Но знание точного численного значения величины сложности системы отнюдь не всегда является необходимым. Точные количественные оценки нужны, как правило, не сами по себе, а лишь для того, чтобы сравнивать одну систему с другими, т. е. чаще всего более важно знать не абсолютную, а относительную сложность системы.

Для решения задачи сравнения систем по сложности могут быть использованы не только количественные, но и качественные меры сложности. Важно подчеркнуть, что критерии качественной оценки могут быть не менее строгими, чем количественные, если с их помощью мы можем в любом конкретном случае определить, какая из двух сравниваемых систем будет проще, какая — сложнее.

Один из возможных путей решения проблемы определения сложности систем в создавшихся условиях, на наш взгляд, заключается в построении таких качественных теорий простоты, которые бы в своих исходных посылах опирались на принципы, разработанные в известных теориях простоты, но при этом использовали бы простой и удобный,

с практической точки зрения, аппарат оценки сложности конкретных систем. Предлагаемый ниже вариант подобной качественной теории строится на базе энтропийной меры сложности. Основная идея предлагаемого метода заключается в том, что энтропийная мера простоты применяется не непосредственно к самой системе, а к ее параметрическим характеристикам, на основе которых выше была построена типология систем (см. III гл.). Системные параметры, как указывалось, представляют собой свойства особого рода, они универсальны в классе систем, а это означает, что любую систему можно охарактеризовать некоторым набором параметров. Если при этом мы будем знать, как влияет то или иное значение каждого параметра на сложность системы, то только на основании анализа параметрических наборов можно сравнивать меры сложности любых систем.

Все системные параметры, как и типы простоты, различаются по типам отношений между R , P и m (см. III гл.). Среди них имеются группы параметров, которые характеризуют системы с точки зрения отношения R к m , $(R) P$ к m . Именно к этим группам параметров может быть непосредственно применена энтропийная мера сложности, поскольку она также базируется на понимании сложности как отношения второго порядка, соотносящего предикаты к вещам.

Как же может быть определена зависимость сложности системы от значения того или иного параметра? Как установить, какое значение параметра усложняет, а какое упрощает систему?

Чтобы ответить на эти вопросы, попытаемся применить энтропийную меру простоты к двум системам: одна из них обладает данным значением параметра, а другая — его отрицанием при всех прочих равных условиях. Сравнивая две эти системы по сложности, мы на основании единственного различия их в данном параметре сможем определить, как при всех прочих равных условиях данный параметр влияет на сложность системы в целом. Требование рассматривать системы при прочих равных условиях является главным условием правомерности полученных выводов. Но это требование не исключает учета при анализе двух систем связей между параметрами. Если исследуемый параметр непосредственно обуславливает наличие или отсутствие определенных значений других параметров, то, в конечном счете, мы должны учесть эту связь и ее влияние на

сложность системы. Так например, если системе присущ параметр центрированность (т. е. связи и отношения между всеми ее элементами осуществляются через одного — центрального), то этой системе, очевидно, присущи и такие параметры, как упорядоченность, расчлененность.

Мы не можем при этом утверждать априори, что каждый параметр имеет прямую связь со сложностью системы, но предположение о наличии таковой — необходимая предпосылка в нашем анализе.

Структурно-гомогенные и структурно-гетерогенные системы. В структурно-гомогенных системах между всеми элементами субстрата имеют место тождественные отношения. В структурно-гетерогенных системах в субстрате реализуются различные отношения. Очевидно, что структурно-гомогенные системы будут при прочих равных условиях проще, чем структурно-гетерогенные: между всеми парами, тройками и т. д. их элементов фактически повторяется одно и то же отношение, поэтому энтропия $H(r, m)$ структурно-гомогенной системы равна 0, ибо вероятность обнаружения отношения r_i на любой последовательности элементов равна 1.

Центрированные и нецентрированные системы. В центрированных системах отношения между элементами строятся через одного, так называемого центрального элемента. Иначе говоря, в структуре центрированных систем могут быть только такие отношения, в которых одним коррелятом является всегда центральный элемент.

Чтобы определить влияние данного параметра на сложность системы, рассмотрим матрицы расчленения системообразующих отношений в множестве элементов центрированной и, соответственно, нецентрированной систем. Будем считать, что обе эти системы тождественны во всех остальных характеристиках, кроме рассматриваемой. Пусть число элементов системы равно 4.

Матрица 1, выражающая бинарные отношения в структуре нецентрированной системы, состоит из n^2 — n элементарных отношений (согласно принятому выше условию, рассматриваются только иррефлексивные отношения, поэтому диагональные клетки матрицы вычеркиваются). В матрице 2 число отношений меньше, поскольку все пары, в которые не входит центральный элемент r_0 , отсутствуют. Таким образом, экстенсиальная длина для всякого r_i в центрированной системе оказывается меньше, чем в не-

центрированной, а следовательно, и энтропия $H(r, m)$ в центрированных системах будет меньше, чем в нецентрированных. Нетрудно показать, что аналогичное явление будет иметь место и в матрицах тернарных и вообще n -местных отношениях.

Следовательно, сложность центрированных систем при всех прочих равных условиях меньше, чем в нецентрированных. Подтверждение этого вывода можно видеть в многочисленных фактах из практической деятельности человека, когда упрощение сложных систем связи, транспорта,

	m_0	m_1	m_2	m_3
m_0	x	r_1	r_2	r_3
m_1	r_7	x	r_4	r_5
m_2	r_8	r_9	x	r_6
m_3	r_{10}	r_{11}	r_{12}	x

1

	m_0	m_1	m_2	m_3
m_0	x	r_1	r_2	r_3
m_1	r_4	x	x	x
m_2	r_5	x	x	x
m_3	r_6	x	x	x

2

управления промышленностью, армией и т. п. осуществлялось путем перехода от нецентрированных систем к центрированным.

Цепные и нецепные системы. Этот параметр во многом аналогичен рассмотренному выше. В цепных системах системообразующее отношение соотносит каждый элемент непосредственно только с двумя другими элементами. В нецепных системах это ограничение снимается. В структуре системообразующего отношения цепных систем отсутствуют четырехместные, пятиместные и т. д. отношения. Что касается бинарных, то их цепные системы либо вообще не имеют, когда цепь отношений замкнута, либо они частично есть, если цепь отношений в системе не замкнута. С точки зрения энтропийной меры сложности цепные системы при прочих равных условиях оказываются проще нецепных (этот вывод справедлив, естественно, для систем, число элементов которых, по крайней мере, не меньше 4).

Упорядоченные и неупорядоченные системы. Упорядоченность системы понимается нами достаточно широко: упорядоченными системами называются такие системы, для которых существенен порядок их элементов. Поскольку в упорядоченной системе фиксируется направление отношений, то экстенсиальная длина отношений уменьшается за счет элиминации из матрицы расчленения системообразующего отношения каждого второго из пары отношений, имеющих противоположную направленность, а также элиминации тождественных пар. Таким образом, число элементарных отношений, на которые разложимо системообразующее отношение, значительно меньше их логически возможного числа. Соответственно, энтропия $H(r, m)$ в упорядоченных системах меньше, чем в неупорядоченных, а следовательно, можно утверждать, что при прочих равных условиях упорядоченные системы проще неупорядоченных. Для конкретных систем имеет смысл понятие степени упорядоченности, коррелятивное с понятием меры простоты.

Первичные и вторичные системы. В первичных системах отношение R обладает свойством P само по себе, в качестве именно данного отношения. Свойство P является здесь внутренним для R , поэтому m является системой постольку, поскольку в m обнаружено отношение R . Наличие R достаточно, чтобы m представляло собой систему.

Во вторичных системах свойство P не является внутренним для R . Но отношение R может приобрести свойство P и тогда вещи m становятся системой, несмотря на то, что отношения между ними не изменились. Появление указанного свойства P возможно, по-видимому, лишь в том случае, если установлено отношение между R и некоторым внешним объектом. P есть свойство R именно в этом отношении. Поскольку это так, то системообразующее отношение не сводится к R , а включает и указанное внешнее отношение. Например, совокупность слов, образующих предложение, становится суждением, если она рассматривается в соотнесенности с некоторой внелингвистической действительностью. На этом основании можно утверждать, что при прочих равных условиях вторичная система сложнее первичной.

Мы рассмотрели лишь пять системных параметров. Однако полученные результаты можно использовать для сравнительной оценки систем относительно данных параметров.

Сложность системы будет выступать как некоторая векторная величина, состоящая из пяти составляющих, каждая из которых будет выражать значение одного из рассмотренных выше параметров. Даже не зная относительного веса каждого параметра, т. е. степени влияния того или иного его значения на сложность системы в целом, мы тем не менее можем с помощью этих составляющих выразить самую простую и самую сложную систему. Так наиболее сложная система будет характеризоваться следующим набором параметров: структурно-гетерогенная, нецепная, нецентрированная, неупорядоченная, вторичная и т. д. Наиболее простая система примет соответственно набор отрицаний этих параметров.

Естественно, что с практической точки зрения наиболее важной является проблема определения «веса» каждого параметра. Нам представляется, что в решении этой задачи существенную помощь могут оказать установленные связи и отношения между системными параметрами.

Изложенный выше метод параметрической оценки сложности систем открывает возможность практического использования не только энтропийной меры простоты, но и других логических и иных концепций измерения простоты-сложности. Он резко упрощает процедуру оценки сложности и делает доступными для измерения любые системы, в том числе системы с неопределенной структурой.

§ 1. Сущность упрощения и типы упрощения систем

Упрощение — это такое преобразование системы, в результате которого понижается ее сложность в том или ином отношении. Однако не любое упрощение может нас устроить. Так, выкинув из будильника несколько винтиков и пружинок, мы упростим механизм, но при этом рискуем его сломать: будильник перестанет правильно показывать время и звонить. Можно перевести продовольственный магазин на самообслуживание, ликвидировав не только продавцов, но и контролеров. Но такое упрощение может нанести большой убыток торговле. Значит, нужно не любое упрощение, а эффективное, оптимальное, при котором система сохраняет некоторые свои существенные свойства — информативность, целостность, назначение, способ функционирования и т. п. Таким образом, упрощение должно быть эквивалентным преобразованием системы. Эквивалентность упрощаемой и упрощенной систем устанавливается в определенном отношении. Параметр системы, значение которого сохраняется при упрощении, служит инвариантом преобразования, остальные аспекты могут варьироваться. Удобно рассмотреть типы эквивалентности при упрощении, используя формальное описание системы с помощью схемы $[R(m)]P$. Прежде всего выделим типы унарной эквивалентности: m — эквивалентность, когда при упрощении сохраняется только субстрат; R — эквивалентность; сохраняется структура; P — эквивалентность; сохраняется системообразующее свойство (которое может быть соотнесено с целью, назначением системы, либо с формальными характеристиками ее структуры).

Бинарная эквивалентность: $R(m)$ — эквивалентность; при упрощении сохраняется структура вместе с субстратом; $P(m)$ — эквивалентность; сохраняется системообразующее свойство и субстрат; $P(R)$ — эквивалентность; сохраняется структура вместе с системообразующими свойствами.

Тернарная эквивалентность: $[R(m)] P$ — сохраняются все параметры системы, но упрощается способ связи между ними.

Далее, используя более глубокий анализ системного описания на уровне отношений второго порядка, можно выделить различные типы эквивалентности отношений второго порядка. На наш взгляд, эти типы эквивалентности обеспечивают сохранение того или другого аспекта функционирования системы при изменении самих компонентов системной переменной.

Здесь выделяются:

$\Re(R, m)$
 $\Re(m, R)$ — эквивалентности; сохраняется отношение структуры к элементам или обратное отношение. При этом, содержание R и m может меняться.

$\Re(P, m)$
 $\Re(m, P)$ — эквивалентности; сохраняется отношение системообразующего свойства к элементам или обратное отношение. Само содержание P и m может меняться.

$\Re(P, R)$
 $\Re(R, P)$ — эквивалентности; сохраняется отношение системообразующего свойства к структуре или обратное отношение. Содержание P и R изменчиво.

$\Re(P, R, m)$ — эквивалентность; сохраняется способ связи между компонентами системы, но сами компоненты могут изменяться.

Эта эквивалентность также имеет симметричные варианты $\Re(m, P, R)$, $\Re(R, m, P)$, $\Re(m, R, P)$ и т. п. После того, как выделен инвариант преобразования, определяется и тип упрощения системы. Так, например, m -эквивалентность допускает (формально) R -упрощение, P -упрощение, $(R) P$ -упрощение, $\Re(P, R)$ -упрощение, $\Re(R, m)$ -упрощение, $\Re(P, m)$ -упрощение и т. п. При R -эквивалентности возможно m -упрощение, P -упрощение, $P(m)$ -упрощение, а также все виды упрощения отношений второго порядка.

Таким образом, типы упрощения систем не находятся во взаимно-однозначном соответствии с типами эквивалентности, но одно-многозначное соответствие здесь установить можно: каждому инварианту преобразования системы

соответствует определенный набор системных преобразований.

В процессе упрощения системы, сохраняя инвариантным некоторый аспект ее содержания, мы можем идти двумя путями: либо упрощать данную систему, либо подыскивать другую систему в определенных отношениях эквивалентную данной. В первом случае все упрощающие преобразования предполагают сохранение P , во втором случае — допускается его варьирование.

Если имеет место упрощение второго типа, то изменение P , как правило, предполагает сохранение некоторых общих характеристик системы — назначения, ценности, цели или способа функционирования. Поэтому варьирование системообразующего свойства происходит лишь в определенных границах — в рамках отношения второго порядка $\mathfrak{R}(P, R, m)$, или его частных случаев $\mathfrak{R}(P, R)$, $\mathfrak{R}(P, m)$, $\mathfrak{R}(R, m)$ и т. д.

Если один токарный станок определенного назначения заменяется другим, более производительным и простым в управлении, мы можем рассматривать данную операцию как упрощение второго типа. Этот станок может иметь меньше деталей, более простую систему их связи, упрощенное управление, т. е. инварианты не сохраняются ни на уровне структуры, ни на уровне системообразующего свойства. Но так как новый станок обладает тем же самым принципом действия, что и старый, то сохраняется способ функционирования, т. е. отношение структуры к элементам $\mathfrak{R}(R, m)$. Если при этом он имеет ту же специализацию, т. е. предназначен для обработки одного вида деталей, то сохранен инвариант на уровне отношения системообразующего свойства к структуре $\mathfrak{R}(P, R)$ и т. п.

Другой пример. Продовольственный магазин переведен на самообслуживание. Это означает преобразование его субстрата (уменьшен штат продавцов, увеличен штат расфасовщиков, контролеров и кассиров), структуры, так как иными становятся отношения продавца и покупателя к товару и друг к другу, изменяется и системообразующее свойство, отношения между компонентами магазина самообслуживания могут быть описаны рефлексивным предикатом, тогда как в случае магазина старого образца — иррефлексивным. Однако назначение магазина осталось прежним — всесторонне удовлетворять запросы покупателя в продукте и осуществлять реализацию некоторых материальных

ценностей. Следовательно, фиксируется инвариант $\mathfrak{K}(P, R)$. Способ функционирования в основе своей тоже сохраняется — осуществляется продажа товара государством покупателю, следовательно, сохраняется отношение $\mathfrak{K}(R, m)$.

Сохранение инварианта на уровне отношений второго порядка — важное условие эквивалентной замены систем при упрощении. Несоблюдение его приводит к тому, что упрощение становится неэффективным.

В соответствии с выделенными выше типами инвариантности, рассматриваются следующие типы упрощений.

1. m -упрощение; преобразуется лишь субстрат системы; системообразующее свойство и структура — стабильны.
2. R -упрощение; преобразуется структура при сохранении системообразующего свойства и субстрата.
3. P -упрощение; изменяется системообразующее свойство; сохраняются субстрат и структура.
4. $R(m)$ -упрощение; варьируется структура вместе с элементами при сохранении системообразующего свойства.
5. $R(P)$ -упрощение; варьируется системообразующее свойство вместе со структурой при сохранении элементов.
6. $P(m)$ -упрощение; варьируется системообразующее свойство вместе с элементами, структура сохраняется.
7. $[R(m)]$ P -упрощение; варьируются все компоненты «системной переменной», но сохраняются отношения второго порядка, например, $\mathfrak{K}(P, R)$, $\mathfrak{K}(R, m)$ и т. д.
8. $\mathfrak{K}(R, m)$ -упрощение; изменяется отношение структуры к элементам, при этом значения основных компонентов системой формулы остаются постоянными. Поэтому можно не согласиться с мнением, выраженным в работе ¹, что «системная константа» $[\mathfrak{K}(m)] \dot{P}$ не выражает никакого упрощения. Она может «выражать упрощение»

¹ См.: Уемов А. И., Плесский Б. В., Сумарокова Л. Н. Информационные процессы в научном исследовании и проблема их упрощения. — В сб.: Проблемы информатики, вып. 3. Новосибирск, «Наука», 1972.

в том случае, если предполагает варьирование отношений второго порядка.

9. $\mathfrak{R}(P, m)$ -упрощение; изменяется отношение системообразующего свойства к элементам. Как и в предыдущем случае, значения основных компонентов системной формулы могут сохраняться.
10. $\mathfrak{R}(P, R)$ -упрощение; предполагает изменение отношения системообразующего свойства к структуре, значения основных компонентов системной формулы могут сохраняться.
11. $\mathfrak{R}(P, R, m)$ -упрощение; означает изменение взаимоотношений системообразующего свойства, структуры и субстрата, может оставаться в силе указанное выше условие.

	$\mathfrak{R}(R, m)$	$\mathfrak{R}(P, m)$	$\mathfrak{R}(P, R)$	$\mathfrak{R}(P, R, m)$
m	$\mathfrak{R}(R, m), m$	$\mathfrak{R}(P, m), m$	$\mathfrak{R}(P, R), m$	$\mathfrak{R}(P, R, m), m$
R	$\mathfrak{R}(R, m), R$	$\mathfrak{R}(P, m), R$	$\mathfrak{R}(P, R), R$	$\mathfrak{R}(P, R, m), R$
P	$\mathfrak{R}(R, m), P$	$\mathfrak{R}(P, m), P$	$\mathfrak{R}(P, R), P$	$\mathfrak{R}(P, R, m), P$
$R(m)$	$\mathfrak{R}(R, m), R(m)$	$\mathfrak{R}(R, m), R(m)$	$\mathfrak{R}(P, R), R(m)$	$\mathfrak{R}(P, R, m), R(m)$
$(R)P$	$\mathfrak{R}(R, m), (R)P$	$\mathfrak{R}(R, m), (R)P$	$\mathfrak{R}(P, R), (R)P$	$\mathfrak{R}(P, R, m), (R)P$
$(m)P$	$\mathfrak{R}(R, m), (m)P$	$\mathfrak{R}(R, m), (m)P$	$\mathfrak{R}(P, R), (m)P$	$\mathfrak{R}(P, R, m), (m)P$
$[R(m)]P$	$\mathfrak{R}(R, m), [R(m)]P$	$\mathfrak{R}(P, m), [R(m)]P$	$\mathfrak{R}(P, R), [R(m)]P$	$\mathfrak{R}(P, R, m), [R(m)]P$

Комбинированные типы упрощений. Упрощение отношений второго порядка может предполагать одновременное упрощение низшего уровня — m -упрощение, R -упрощение или P -упрощение. Например, варьирование $\mathfrak{R}(R, m)$ может сочетаться с сокращением элементов или качественным преобразованием структуры и т. п. Комбинируя ука-

занные выше типы упрощения, получим еще 28, представленных схемой.

Возможно, что некоторые из указанных типов *a'posteriori* окажутся пустыми классами. Но логически они возможны.

В работах Б. В. Плесского («Методы упрощения систем знания и проблема сохранения информационной ценности знания при упрощении». Канд. дис. Одесса, 1969) и А. И. Уемова, Б. В. Плесского, Л. Н. Сумароковой («Информационные процессы в научном исследовании и проблема их упрощения») описаны результаты эмпирического исследования, апробирующего первые семь типов упрощений. Было подвергнуто анализу около 500 случаев упрощения из различных предметных областей: математики, физики, биологии, лингвистики, кибернетики и т. д.

Приведем примеры некоторых типов упрощения. *m*-упрощение имеем в том случае, когда производим уменьшение числа элементов системы. Если рационализатор сумел сократить количество операций, затрачиваемых на производство детали, тем самым он произвел субстратное упрощение системы операций. *R*-упрощение имеет место там, где реорганизуется структура. Ускорение процесса обработки детали может быть достигнуто не за счет уменьшения числа операций, а за счет изменения их порядка. Это структурное упрощение системы. Упрощение на уровне системообразующего свойства (*P*-упрощение) в данном примере будем иметь, если рационализатор, продумывая всю систему операций, отыщет общие принципы ее организации и сумеет их упростить: например, симметричные операции может сделать смежными, упорядочит операции на основе транзитивности, варьируя их в случае необходимости (если есть закономерность, что $A \rightarrow B, B \rightarrow C$, то $A \rightarrow C$, где A, B, C — соответствующие операции; то последовательность операций можно варьировать. Естественно, что такая радикальная перестройка принципов организации системы операций влечет за собой преобразование структуры и субстрата. Поэтому *P*-упрощение фактически связано с *m*- и *R*-упрощениями.

R(m)-упрощение имеем, если изменение последовательности операций ведет к сокращению их числа.

P(m)-упрощение предполагает сокращение числа операций при пересмотре основных принципов всей системы.

На других примерах проиллюстрируем упрощение на уровне отношений второго порядка.

$\mathfrak{N}(R, m)$ -упрощение имеем в том случае, когда устанавливается один, наиболее простой «смысл» реализации системообразующего отношения на элементах. Так в науке при изучении сложных систем зачастую вводится допущение о «бесструктурности» элементов или о пределе их структурности. Такими допущениями являются предположения об атоме как пределе делимости частиц вещества в старой физике, или представление структуры систем с обратной связью в виде «черного ящика» в кибернетике. Такая абстракция от бесконечной структурности объектов неизбежна в науке, без нее было бы невозможно построение научной теории. Одновременно она представляет упрощение на уровне отношения $\mathfrak{N}(R, m)$, поскольку из нескольких «смыслов» данного отношения выбирает один, наиболее простой. Действительно, сами элементы можно рассматривать как системы с определенным уровнем сложности или как бесструктурные единицы. В зависимости от этого системообразующее отношение реализуется на элементах по-разному. Здесь упрощение заключается в выборе одного, наиболее простого способа реализации.

$\mathfrak{N}(P, m)$ -упрощение. Это довольно сложная форма упрощения, которая, на наш взгляд, имеет место в следующем случае упрощения системы философского знания. Если сравнить принципы систематизации философских категорий у Канта и Гегеля, то увидим, что системообразующей у Канта является иерархическая структура, а у Гегеля — циклическая. Циклизм Гегель возводит в ранг системообразующего свойства. Неизбежным следствием этого является новый тип отношений между элементами системы категорий: каждый элемент — система в том же смысле, что и целое. Получается элементарноавтономная система. На наш взгляд, в этом случае имеет место не непосредственное упрощение системообразующего свойства (потому что а priori нельзя заключить, что циклическая система проще нециклической), а упрощение отношения системообразующего свойства к элементам. Важно, чтобы это свойство более органично «вписывалось» в субстратный уровень, вводя новые, упрощающие отношения между элементами. Это мы и находим в системе Гегеля по сравнению с кантовской.

$\mathfrak{N}(P, R)$ -упрощение состоит в точном определении способа реализации системообразующего свойства P на структуре системы R . Систообразующее отношение мо-

жет рассматриваться как точечное, линейное или многомерное. Причем сами эти свойства структуры полагаются системообразующими.

§ 2. Виды и способы упрощения систем

Рассмотрев типологию упрощения систем, перейдем к более частному вопросу о конкретных видах и способах упрощения. В любом типе упрощения можно выделить два основных вида: а) экстенциональное упрощение, б) интенциональное упрощение.

Первый вид связан с количественным преобразованием упрощаемого компонента, второй — с качественным. Вид упрощения выбирается в зависимости от типа сложности системы (см. § 3 предыдущей главы). «Унарные типы сложности (субстратная, структурная) легко допускают экстенциональное упрощение, т. е. количественное преобразование числа элементов или числа отношений в системе. «Бинарные» и «тернарные» типы, в которых сложность рассматривается как свойство отношений второго порядка, тяготеют к интенциональным видам упрощений.

В каждом виде упрощений выделяется две основные упрощающие процедуры — редукция (элиминация) и свертывание. Редукция — это отбрасывание компонентов (элементов или отношений), так или иначе мотивированное. Свертывание — более сложная операция, связанная с реорганизацией структуры или подструктур системы. Уменьшение количества элементов при свертывании происходит не непосредственно, а путем реорганизации отношений (несистемообразующих) между ними. Точно также свертывание структуры означает ее реорганизацию на основе других принципов. Такая реорганизация зачастую имеет следствием количественное уменьшение числа элементарных отношений структуры.

Рассмотрим на примерах разных типов упрощений содержание упрощающих процедур.

1. А. *m*-упрощение. Экстенциональные виды. Первый способ *m*-упрощения — путем элиминации части элементов субстрата. Этот способ применяется преимущественно при систематизации эмпирического знания, и обобщении его в теорию. Элиминация часто выступает как допущение, с помощью которого происходит синтез теоретической системы. Типичными случаями таких допущений являются,

например, замена системы с бесконечным множеством элементов системой с конечным множеством, отбрасывание части тождественных элементов и т. п.

Упрощение через элиминацию элементов находит широкое применение в процессе обучения. Составление цитатных конспектов и планов представляет собой упрощающую элиминацию, цель которой — сохранить структуру и системообразующие свойства упрощаемой системы. Но в процессе обучения этот вид упрощения имеет свои особенности. В любом тексте есть некоторый коэффициент избыточности, и все-таки следует отличать холостую избыточность от полезной. Элиминация первой, как правило, не приводит к усложнению текста для понимания, тогда как элиминация второй может очень усложнить его. Поэтому не всегда допустимо при сокращении опускать примеры или пояснения, если они развивают, уточняют главную мысль источника. Сокращение и упрощение — не тождественные, а лишь частично совпадающие операции.

Второй способ *m*-упрощения — свертывание достигается путем гомоморфных преобразований субстрата (гомоморфная редукция). Здесь «сокращенные элементы» не исчезают из системы совсем, а сращиваются с оставшимися и функционируют посредством их.

С таким типом упрощения мы также встречаемся при упрощении систем научного знания. Поиск множества понятий, обладающих при небольшом числе большой информационной емкостью — одно из главных направлений развития науки в будущем¹. Этот вид упрощения называют «уплотнением знания». «Свертывание» субстрата может быть связано с изменением способа реализации системообразующего отношения на элементах. Например, при моделировании сложных систем модель, как правило, воспроизводит не все элементы прототипа, а лишь часть.

Б. *m*-упрощение. Интенсиональные виды. К интенциональному упрощению субстрата прежде всего относится его деиерархизация, снижение уровня иерархии элементов. Иерархичность субстрата усложняет как описание системы, так и практическое взаимодействие с ней. Поэтому удобно сложные элементы иногда рассматривать как бесструктурные. Например, развитие математической логики шло по

¹ См.: Сухотин А. К. Гносеологический анализ емкости знания. Томск, Изд-во Томск. ун-та, 1969.

пути рассмотрения высказываний как бесструктурных объектов. Это привело к созданию простейшего логического исчисления — исчисления высказываний. Такой же упрощающий смысл, как указывалось, имеют гипотезы о неделимости атома в физике и «черного ящика» — в кибернетике.

Сложность субстрата иногда определяется всецело наличием у него сложного комплекса «несистемных» свойств. Упрощение системы получаем путем рафинирования субстрата, т. е. элиминацией его несистемных свойств.

С этой операцией встречаемся при идеализации и конструктивизации действительности в научном отражении мира. Примером эффективного применения рафинирования субстрата является введение в научный язык переменных. Применение переменных в математике, физике, химии и других областях науки произвело подлинную революцию вследствие их упрощающей силы. За «переменной» закрепляются лишь те свойства, которые позволяют выявить системообразующее отношение. Это открыло возможность изучать структуры систем в «чистом» виде и легло в основу формализации науки.

II. R-упрощение. Сущность R-упрощения можно определить как нахождение более простой организации данного множества объектов по заданным свойствам этой организации. Данный тип упрощения возможен лишь в том случае, когда сложность системообразующего отношения определяется не через сложность системообразующих свойств. Упрощение этого типа приобретает особое значение в решении задач упрощения системы накопленного знания. Нередко оно достигается путем открытия фундаментальной теории, объединяющей отдельные компоненты знания в более простую и стройную структуру, при этом существенно не меняя их. Инвариантность субстрата в этом случае означает, что элементы старой системы знания (теория, принципы, законы) включаются в новую систему и выступают как выражение принципа соответствия.

Аксиоматизация систем научного знания — другая важная форма этого типа упрощения. Она также не затрагивает субстрата и может осуществляться при сохранении комплекса системообразующих свойств.

Структурное упрощение широко применяется в процессе проектирования. Для проектирования сложных систем характерно наличие множества элементов и цели, которая может быть достигнута при соответствующей

организации множества. Выбор оптимальной организации и предполагает отыскание наиболее простого системообразующего отношения.

А. Экстенсиональные виды R -упрощения. Наиболее очевидным способом упрощения является сокращение числа элементарных отношений в структуре за счет элиминации части из них. Многие компоненты структуры не связаны однозначно с системообразующим свойством, поэтому вполне естественно «очистить» структуру от них. Эта операция называется структурным рафинированием.

С другой стороны, можно элиминировать и часть элементарных отношений, входящих в состав системообразующего и связанных системообразующим свойством. Такое упрощение называется структурной элиминацией. Ее имеем, например, в случае уточнения того смысла, в котором системообразующее свойство P реализуется на структуре R , или уточнение смысла R , в котором оно реализуется на элементах. Разным смыслам соответствуют различные матрицы отношений, развертывающие структуру. Структурная элиминация не предполагает качественного преобразования элементарных отношений.

Такое качественное преобразование элементарных отношений с одновременным изменением оставшихся назовем структурной редукцией. Одним из примеров структурной редукции являются хорошо разработанные в современной логике методы упрощения булевых функций. Минимизация функции — это преобразование, уменьшающее количество связок или число вхождений каждой переменной в функцию. Минимизированная форма функционирует относительно таблиц так же, как исходная, т. е. упрощение сохраняет неизменным системообразующее свойство.

Б. Интенсиональные виды R -упрощения. При выборе этих видов упрощения предполагается качественный анализ матрицы, выражающей структуру. Энтропийная мера сложности позволяет заключить, что R -сложность будет тем меньше, чем меньше разнообразия в матрице. Отсюда — цель интенционального упрощения — уменьшение разнообразия элементарных отношений. Одним из наиболее простых методов интенционального упрощения является гомогенизация отношений в структуре системы. Увеличение степени гомогенности достигается различными способами — увеличением симметричности, транзитивности, самополноты R .

Например, поиски симметричного варианта структуры

закона или теории — один из самых распространенных методов упрощения теоретических систем. Такое стремление, в частности, сыграло большую роль в становлении теории электромагнитного поля в физике и специальной теории относительности. Ряд ученых рассматривают симметричность законов не только как признак простоты, но и как признак красоты и совершенства теории.

Важное значение для упрощения систем имеет повышение степени транзитивности структур. Так, упрощающая роль аксиоматизации в науке обусловлена тем, что отношение выводимости, на котором базируется аксиоматическая система, транзитивно. Повышение степени транзитивности унифицирует отношения в структуре.

Интересным способом упрощения структуры является ее «самополнизация». Всецело «самополная» структура распадается на совокупность тождественных пар, троек и т. д. С таким видом упрощения мы встречаемся, например, в термодинамике, где допускается, что все взаимодействия отдельных частиц между собой одинаковы.

Как указывалось, важным упрощающим механизмом является изменение интенсивности отношения: замена многомерной структуры точечной или линейной является упрощением в определенном отношении. Этот вид упрощения широко распространен в математике, сюда относятся различные виды аппроксимации — аппроксимация функций алгебраическими или тригонометрическими многочленами, линейная интерполяция, линеаризация уравнений, снижение их порядка и т. п.

III. *P*-упрощение. В основном связано с тем видом сложности системы, когда она полностью зависит от системообразующего свойства. *P*-упрощение в общем случае предполагает в той или иной мере изменение исходного принципа организации системы и переход к новой системе, но с теми же самыми структурой и субстратом. Выше указывалось, что эквивалентность систем в случае *P*-упрощения определяется тождеством отношений второго порядка.

А. Экстенсиональные виды *P*-упрощения предполагают сокращение числа элементарных свойств, входящих в состав системообразующего свойства. Эта минимизация производится аналогично минимизации числа элементарных отношений, так как свойство тоже можно представить в виде матрицы элементарных свойств. Не имеет смысла еще раз воспроизводить эти методы.

Б. Интенциональное P -упрощение (как и в случае отношений) связано с уточнением «смысла», в котором системообразующее свойство приписывается структуре, т. е. предполагается учет отношений второго порядка $\mathfrak{R}(P, R)$. Здесь можно использовать разные способы атрибутивного упрощения — сведение многомерных свойств к линейным и точечным, понижение уровня свойств, преобразование переменных свойств в константные и т. п.

Данный обзор, как нам представляется, позволяет судить о видах и методах упрощения систем, используемых в науке и практике. Более подробное изложение этого материала можно найти в работах А. И. Уемова, Б. В. Плесского, Л. Н. Сумароковой («Информационные процессы в научном исследовании и проблема их упрощения») и Б. В. Плесского («Методы упрощения систем знания и проблема сохранения информационной ценности знания при упрощении»).

§ 3. Условия выбора способов упрощения систем

Естественным кажется вопрос: чем определяется выбор способа или типа упрощения системы? Когда целесообразно применить экстенциональное, а когда интенциональное упрощение? Где уместна редукция, а где свертывание?

Было показано, что выбор типа упрощения зависит от двух причин: характера сложности системы и цели преобразования. Выбор упрощающей процедуры определяется не только этими условиями, но и существенными характеристиками самой системы. Большую роль в этом случае играют системные параметры.

Рассмотрим в этой связи процесс упрощения научного текста.

А. Информационная ценность текста как инварианта преобразования информации. При анализе структуры текста целесообразно выделить две стороны — структуру знания, отраженного в тексте, и структуру самого текста. Первый аспект назовем «планом содержания», второй «планом выражения». Они выступают в процессе преобразования текста либо как «слои» одной системы, либо как различные системы в зависимости от целей исследования. Между «планом содержания» и «планом выражения» существует отношение соответствия. Формы соответствия различны: одно-однозначное, одно-многозначное или много-многозначное соответствия. Структура каждого слоя представляется

формулой $[R(m)]P$. Подходы к упрощению текста соответствуют разобранным выше типам упрощения.

Определим инвариант преобразования текста при упрощении. Как правило, он связывается с целью исследования. Его можно считать той константой, относительно которой устанавливается эквивалентность исходного текста и упрощенного варианта. На наш взгляд, инвариантом преобразования информации при упрощении и сокращении текста является информационная ценность, поскольку именно ее стремится сохранить читатель, извлекая из содержания квинтэссенцию.

Информационная ценность текста вычленяется в зависимости от ряда условий: к какому типу относится текст (описательный или текст с рассуждениями), и от того, стремимся мы в процессе упрощения оставить тот же текст (ту же самую систему качеств) или же нет, и от того, какой уровень функционирования системы мы хотим сохранить. Прежде всего информационная ценность выступает как свойство плана содержания. План содержания текста не является вполне независимой системой, а представляет вариант системы знания, существующей в голове автора. Поэтому в информационной ценности находит отражение отношение плана содержания текста к той системе знания, которая в нем выражена.

Второе отношение, формирующее информативность текста,— отношение плана содержания к плану выражения. Понятия «простая мысль» и «сложная мысль» не тождественны понятиям «простое выражение мысли» и «сложное выражение мысли». Сложные мысли могут выражаться просто и кратко, а простые — сложно и запутанно. Отыскивая ценностный аспект, важно выделить элементы плана выражения, однозначно фиксирующие информативные аспекты содержания. Значительное сокращение или упрощение текста можно получить в результате приведения плана выражения во взаимно-однозначное соответствие с планом содержания (устранение синонимических конструкций, повторений, циклизма в структуре и т. п.).

Третье информативно-ценностное отношение — это отношение информации, содержащейся в тексте, к информации, которой располагает читатель по данному вопросу (в теории информации имеет место аналогичное деление информации на абсолютную и распределенную). Читатель, как правило, выделяет в тексте те параметры, которые несут новое

знание. Именно поэтому один и тот же текст (пространственно-ограниченное тело) для разных читателей по существу может представлять различные вещи, т. е. разные системы качеств. Отсюда — нельзя составить «универсального» конспекта источника, в зависимости от знаний читателя конспект может быть более или менее кратким. Можно представить содержание книги также рядом эквивалентных конспектов.

Информационная ценность фиксируется в разных компонентах системной формулы (m , R или P). Соответственно эти компоненты полагаются инвариантами преобразования. Вероятна локализация информативности и в отношениях второго порядка. Например, если план содержания связывать с субстратным уровнем системы, а план выражения со структурным, то информационная ценность фиксируется на уровне отношения структуры к субстрату.

Б. Структурные типы текстов и их информативность. Локализация информативности в том или ином компоненте системного описания зависит от типа текста. Различаются тексты дескриптивные (описательные) и дискурсивные (с рассуждениями). Описательные тексты просты по структуре и имеют стабильное системообразующее отношение перечисления. Перечисляются либо вещи с приписными свойствами, либо вещи с установленными отношениями. Относительно описаний (особенно минимальных) аргюи можно сказать, что информативность локализуется здесь в субстрате, а структура — формальное отношение. Поэтому субстратные типы упрощения к описаниям применять нецелесообразно ¹.

Эксперимент позволил сформулировать и более сильный вывод: описания вообще не удобны для сокращения. Поэтому в конспектах студентов описательные фрагменты либо вовсе отбрасываются, либо воспроизводятся почти целиком, при этом имеет место большая избирательность в воспроизведении описаний — в конспект включаются лишь наиболее информативные.

Эксперименты показали, что редукция не может быть рекомендована в качестве эффективного метода сокращения изолированных описаний. Сокращение описаний должно

¹ См.: Плесский Б. В. Методы упрощения систем знания и проблема сохранения информационной ценности знания при упрощении. Канд. дис. Одесса, 1969, гл. IV; Дмитриевская И. В. Информационная ценность научного текста. — В сб.: Сознание и нравственность. — «Учен. зап. ИГПИ», т. 102. Иваново, 1972.

производиться путем реорганизации системообразующего отношения (т. е. «свертыванием») или с учетом упрощающих свойств (симметричности, итеративности¹, самополноты). Ценность описательного текста зависит от познавательной функции. Описание может выступать как «свернутое» содержание обширной дискурсивной системы или представлять аргументы индуктивного доказательства. В этом случае оно имеет большую информационную ценность. Поскольку основной гносеологической функцией описаний является оформление фактов, в информативности их можно выделить субъективный момент — то описание более информативно, которое содержит новое для читателя знание. Среди описаний, включенных в структуру рассуждений, наиболее информативны те, которые схвачены системообразующим отношением рассуждения.

Рассуждения имеют качественно отличную от описаний структуру. Элементами рассуждений могут быть различные типы мыслей — высказывания, функции высказываний, вопросы, побуждения, сослагательные конструкции. Основным структурным отношением является отношение основания и следствия с его модальными характеристиками. Минимальные рассуждения — структуры с высоким показателем информативности и должны быть отнесены к плохо сокращаемым структурам. В общем случае редукция к ним неприменима, но при необходимой связи между элементами минимального рассуждения редукция возможна, так как одна часть рассуждения детерминирует другую, и система в целом является регенеративной. В качестве подходящего приема для сокращения минимальных рассуждений можно рекомендовать свертывание плана выражения текста (эллипсис).

В. Системно-параметрическая оценка сложности текстов.

При упрощении неминимальных структур большую роль играют системные параметры.

Не всякий текст подходит для сокращения. Чтобы сокращение стало возможным, текст должен быть расчлененной системой с конечным числом элементов. Важно, чтобы такая система была неминимальной и слабой. В противном случае мы имеем ненадежную систему.

Самыми удобными для сокращения являются регенеративные структуры, способные утрачивать элементы, но и

¹ Уемов А. И. Вещи, свойства и отношения, с. 127—134.

восстанавливать их либо самостоятельно, либо с помощью внешней системы¹. Выбор процедуры сокращения (или упрощения) также зависит от системных характеристик.

Редукция возможна в стабильных системах на базе следующих параметров.

Многослойность. Если текст сопоставим с многослойной структурой, его моделью можно считать самополный предикат в смысле Н. Гудмена. Отдельные слои в таком случае функционируют относительно независимо. В конспекте может найти выражение тот или иной слой, наиболее соответствующий целям конспектирования, остальная часть текста опускается.

Центрированный характер системы позволяет выделить главные и второстепенные части текста, и, соответственно, определить, что опустить, а что оставить.

Детерминированность. Если центрированность дополняется этим свойством, редукция элементов становится еще более оправданной, поскольку системообразующее отношение позволяет восстановить опущенные элементы на основе сохранившихся. Формой проявления детерминированности является связность текста, отражающая уровень предопределяемости одного элемента другим. Эмпирические наблюдения над студенческими конспектами подтвердили гипотезу о том, что элементы, имеющие наибольшее количество связей с другими элементами, сохраняются в конспекте. Таким образом, существует изоморфизм между показателем связности элемента в тексте и его информативностью. Заметим, что хороший конспект, как правило, повышает показатель связности текста, увеличивая его детерминированность.

Гомогенность по элементам или отношениям. Гомогенные системы состоят из однородных или одинаково функционирующих элементов, поэтому тождественные или аналогичные части текста, обладающего гомогенностью структуры, можно опускать.

Свертывание как упрощающая процедура наиболее характерно для стационарных структур, сохраняющих способ функционирования при изменении элементов и отношений. Самой важной характеристикой системы в этом случае является итеративность системообразующего отношения². Ите-

¹ См.: Уемов А. И. Системы и системные параметры. — В сб.: Проблемы формального анализа систем, с. 22—23.

² См.: Уемов А. И. Вещи, свойства и отношения. М., Изд-во АН СССР, 1963.

ративное отношение раскладывается на элементарные, каждое или некоторые из них тождественны не только друг другу, но и исходному отношению. Следствием итеративности являются также упрощающие свойства систем.

Элементарность. Отдельные части или элементы текста — системы в том же смысле, что и целое. «Свернуть» такую структуру довольно легко.

Реляционно-циклический характер системы. В таком тексте имеет место повторение одних и тех же отношений, поэтому система внутренне регенеративна. В конспекте можно воспроизвести лишь одну часть текста, где системообразующее отношение выполняется на некоторых элементах, остальные компоненты просто перечисляются. Следует предложить читателю инструмент восстановления утраченной информации, в частности восстанавливающим механизмом может служить умозаключение по аналогии типа изоморфизма. Пример подобного упрощения находим в работе¹, где показано, что довольно большая по объему книга Л. Гокиели «О природе логического» может быть «свернута» до 30—40 страниц. Автор книги считает, что важнейшее значение в теории логики имеет правильное решение проблем логического вывода. Цель книги — показать диалектичность самого процесса логического вывода. С точки зрения Л. Гокиели основной формой логического вывода является рассуждение особого типа — «коренной вывод». Описав структуру этой формы и показав ее несводимость к известным в формальной логике структурам, автор в дальнейшем использует этот тип рассуждений для опровержения некоторых, по его мнению, ошибочных положений, бытующих в логике, для доказательства собственных утверждений, для решения многих проблем, не решенных формальной логикой. Таким образом, системообразующее отношение оказывается итеративным. Схема, в соответствии с которой проводится сокращение книги Л. Гокиели «О природе логического», такова: описание структуры «коренного вывода и типов «коренных выводов»; описание типов проблемных ситуаций, разрешаемых с помощью данного способа рассуждений; классификация конкретных проблемных ситуаций, представленных в тексте, в соответствии с выделенными типами коренных выводов; решение одной или

¹ См.: Дмитриевская И. В. Структурная сложность текста. Канд. дис. Одесса, 1967.

нескольких проблемных ситуаций с помощью «коренного вывода»; введение аналогии типа изоморфизма в качестве приема, сокращающего изложение.

Внешний характер системы зачастую делает наиболее подходящей процедуру свертывания. В таких системах структура не определяется самой природой соотносящихся объектов. Например, система частей речи русского языка создана не на основе их чисто языковых значений. В ее формировании важную роль играют внеязыковые факторы, в частности, общелогические категории «вещь-свойство-отношение». Поэтому правомерны попытки ее упрощения и переструктурирования. Пример такого упрощения имеем в работе ¹. Подобным же образом последующие поколения ученых «свертывают» знания предшественников, исходя из теоретических постулатов новой концепции. В этом случае системообразующее отношение становится внешним по отношению к элементам «прошлого» знания.

Параметрические характеристики системы зачастую определяются модальностью системообразующего отношения. Это легко показать на примере упрощения умозаключений, одного из самых распространенных типов рассуждений. Посылки и заключение в умозаключении могут быть связаны необходимой или вероятностной зависимостью. Структуры с необходимой связью относятся к регенеративным и детерминируемым, так как лишь одна из посылок имеет в них содержательный характер. Формальная посылка при упрощении легко редуцируется, умозаключение становится энтимемой. Если посылки и вывод в умозаключении связаны вероятно, такие структуры в общем случае нельзя отнести к детерминирующим и регенеративным. Например, посылки индуктивного вывода несут большую информационную нагрузку и при упрощении возможна лишь строго избирательная редукция посылок (с учетом правил повышения вероятности индуктивного вывода). Предпочтительно свертывание посылок с использованием обобщения и унификации. Очень подходят для свертывания умозаключения по аналогии, так как многие виды аналогий гомогенны по структуре или имеют характер многослойных или циклических систем.

Информативность умозаключений изменяется при вклю-

¹ См.: Сумарокова Л. Н. Логические проблемы простоты лингвистических систем. Канд. дис. Одесса, 1966.

чении их в более сложные контексты — доказательства и опровержения. При эмпирическом исследовании повсеместно наблюдается большая потеря информации при сокращении индуктивных умозаключений по сравнению с дедуктивными. Разница в подходах к оценке информативности индуктивных и дедуктивных структур объясняется вовсе не меньшей ценностью посылок индуктивного вывода по сравнению с посылками в дедукции. Все дело в характере системообразующего отношения. Там, где посылки и вывод связываются дедуктивно, необходимо, структура в целом обладает высоким коэффициентом связности, и воспроизведение одной информационной единицы необходимо влечет за собой воспроизведение другой. Вероятностная связь между компонентами умозаключения слабее, поэтому элементы индуктивного вывода «чувствуют себя» свободнее: воспроизведение одной единицы не предполагает с необходимостью воспроизведения другой. Если же вывод вовсе недостоверен (а в эксперименте были использованы и такие случаи), связность текста резко снижается. Чаще всего в таких упражнениях воспроизводятся только посылки, заключения опускаются.

Весь проведенный анализ показывает, что научить правильно конспектировать литературу нельзя, не прибегая к определенным видам системного анализа текстов. В практике обучения самостоятельной работе с книгой следует прежде всего сформировать у студента навыки сокращения и упрощения текста с помощью особых, негромоздких упражнений. В них — предлагать для редукции или свертывания тексты простые по структуре, «удобные» для сокращения, имеющие определенные и однозначно соответствующие типу упрощения параметрические характеристики. Постепенно задания можно усложнять. Конспектирование нельзя рассматривать как простую, очевидную процедуру, не заслуживающую специального внимания. Конспектированию следует обучать, опираясь на знание логической структуры текста. Обучение конспектированию развивает навыки продуктивной самостоятельной работы с источником.

Анализ частного примера с упрощением и сокращением научных текстов позволяет сделать общие выводы о том, какие условия определяют выбор упрощающей процедуры.

Во-первых, существенную роль играет тип сложности объекта, он показывает, какой аспект системы нужно упрощать в первую очередь.

Во-вторых важно определить ценностный аспект, выступающий инвариантом преобразования. При упрощении систем научного знания эту функцию выполняет его информационная ценность. В случае упрощения материальных систем, инварианты преобразования определяются разными целями — желанием сохранить систему как таковую, ее назначение, способ функционирования, либо сохранить тот или иной компонент системы — элементы, структуру, системообразующее свойство.

В-третьих, различные способы упрощения адекватны разным типам структур. В системах научного знания, в частности, существенно различие между дескриптивными и дискурсивными структурами. Сами структурные особенности систем заставляют считать одни компоненты более, а другие — менее информативными и применять в одних случаях редукцию, а в других — свертывание структуры.

Более точное и глубокое описание структурных различий объектов имеем на уровне системных параметров, общесистемных характеристик, наиболее адекватно отражающих упрощающие свойства объектов. Знание параметрических особенностей дает возможность правильно применять редукцию или свертывание в случае систем различных типов.

На наш взгляд, построение общей теории упрощения предполагает дальнейшее развитие параметрической типологии систем. Необходимо создать разветвленную классификацию систем по упрощающим свойствам, а затем привести в соответствие каждый структурный тип, с заданным набором системных характеристик, некоторому способу упрощения. Теория упрощения должна быть дополнена «теорией восстановления», содержащей подходящие восстанавливающие механизмы и процедуры. Важную роль в ее разработке играет теория выводов по аналогии.

Глава VII. НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ СИНТЕЗА И АНАЛИЗА СИСТЕМ

Интерес к системным исследованиям со стороны представителей многих научных направлений, разработка теорий, описывающих функционирование систем, делает необходимым изучение поведения систем при объединении нескольких систем в одну, при синтезе систем и при разделении систем на другие системы, при анализе систем. Изучение общих закономерностей синтеза и анализа систем поможет в определенной мере пополнить наши представления о функционировании систем.

Рассматриваемая проблема включает в себя широкий круг вопросов. Например, представляет интерес исследовать взаимосвязь процедур упрощения и усложнения систем, с одной стороны, и анализа и синтеза систем, с другой. Известно, что при прибавлении к системе новых элементов (которые также можно рассматривать как системы), т. е. при расширении системы, возможно в ряде случаев добиться ее упрощения (см. предыдущую главу). Можно также показать, что выделение элементов из системы, анализ системы (при сохранении основы рассматриваемой системы) также может привести к ее упрощению. Следовательно, стремление к эффективности упрощения систем приводит нас к необходимости выяснения типов и закономерностей операций синтеза и анализа.

Возникает и много других проблем, решение которых невозможно без решения общих вопросов синтеза и анализа систем. Заслуживает внимания также проблема прогнозирования изменения систем. Так, например, важно уметь ответить на вопрос, какими свойствами будет обладать некая третья система, полученная при синтезе двух исходных систем с известными свойствами, с известными характеристиками. Возникает также вопрос о свойствах и характеристиках систем, полученных при анализе исходной системы и ряд других вопросов, часть из которых мы рассмотрим ниже.

Представляется, что изложенный в предыдущих главах подход к оценке простоты и сложности систем, позволит успешно рассматривать отдельные стороны анализа и синтеза. Интересно изучить изменение сложности систем при синтезе, проведенном различными путями, и изменение сложности при расширении и сужении систем, при их функционировании.

§ 1. Системное компонирование и системное декомпонирование

Ограничимся простейшими случаями рассматриваемых операций: компонированию подвергаем две системы, при декомпонировании получаем две системы.

Системное компонирование осуществляется по схеме:

$$K \text{ (система 1, система 2)} \rightarrow \text{система 3}$$

$$\text{или } K(S_1, S_2) \rightarrow S_3,$$

где K обозначает операцию системного компонирования.

Обратная операция проходит по следующей схеме:

$$D \text{ (система 1)} \rightarrow \text{система 2, система 3,}$$

$$\text{или } D(S_1) \rightarrow S_2, S_3,$$

где D обозначает операцию системного компонирования.

В более детализированном виде структура системного компонирования и декомпонирования выражается следующим образом:

$$K \{ [R_1(m_1)] P_1, [R_2(m_2)] P_2 \} \rightarrow [R_3(m_3)] P_3;$$

$$D \{ [R_1(m_1)] P_1 \} \rightarrow [R_2(m_2)] P_2, [R_3(m_3)] P_3.$$

Заметим, что по определению системного компонирования и декомпонирования мы принимаем для всех систем тождественность, идентичность системообразующих свойств P . В таком случае схемы можно упростить:

$$K \{ [R_1(m_1)], [R_2(m_2)] \} \rightarrow [R_3(m_3)];$$

$$D [R_1(m_1)] \rightarrow [R_2(m_2)], [R_3(m_3)].$$

Для рассмотрения закономерностей системного компонирования и системного декомпонирования воспользуемся концепцией системного сочетания¹.

¹ См.: У е м о в А. И. Анализ многообразия системных сочетаний. — В кн.: Системный метод и современная наука. Новосибирск, Изд-во Новосибир. ун-та, 1971.

На примере системного компонования следует разъяснить, что на одном и том же субстрате m возможна реализация различных системообразующих (обладающих свойством P) отношений (структур) систем R_1 , R_2 , и R_3 . Отношения R_1 и R_2 считаются заданными и, поскольку операция системного компонования не является коммутативной, они могут быть переименованы друг в друга. R_1 относится к первой из сочетаемых систем, а R_2 — ко второй. Будем пользоваться символом R_1 , если эти отношения одинаковы. Аналогично обстоит дело с символами m_1 и m_2 , выражающими субстраты компоновываемых систем.

Для третьей системы, полученной в результате системного компонования, применяется символ m_3 в тех случаях, когда субстрат отличен от m_1 и m_2 . В противном случае субстрат обозначается соответственно символами m_1 или m_2 .

Аналогично, если на субстрате третьей системы реализуется R_1 , будем считать это отношение системообразующим в третьей системе. Если в ней не реализуется R_1 , но реализуется R_2 , будем считать системообразующим отношение R_2 . Использование символа R_3 обозначает, что на множестве объектов, являющихся результатом системного сочетания, не реализуется ни одно из системообразующих отношений соединяемых систем. Подобные принципы положены и в основу изображения типов системного декомпозирования.

В нашей работе мы пользуемся типами операции¹, которую мы называли операцией системного компонования. Все эти типы приведены в левой части табл. 3 в несколько измененном, более удобном для наших целей виде.

§ 2. Группировка системных параметров

Системные параметры соотносятся с вещами m , свойствами P или структурой R . Они могут также соотноситься с парой P и R , R и m или P и m . Нас интересует параметрическая характеристика результирующей системы, т. е. системы, образованной при синтезе двух исходных систем. Рассмотрим следующий пример: пусть в результирующей системе сохранится субстрат системы m_2 , и вторая система элементарноавтономна, т. е. имеет значение параметра

¹ См.: У е м о в А. И. Анализ многообразия системных сочетаний.

элементарноавтономности — «1». В этом случае результирующая система также будет элементарноавтономной, так как рассматриваемый параметр соотносится только с субстратом m . Аналогично решается вопрос о всех параметрах, соотносящихся с m . Для параметров, соотносящихся с R , можно предложить то же решение. Для тех случаев, когда параметры соотносятся и с R и с m , мы можем заключить, что значение параметра «1» («0») сохранится у результирующей системы тогда, когда сохранится и R и m системы, у которой значение рассматриваемого параметра «1» («0»).

Таблица 1

Значения параметров системы S_3 при различных субстратах исходных систем

Субстрат систем			Значение параметра системы S_1			
S_1	S_2	S_3	0 0	0 1	1 0	1 1
m_1	m_2	m_1	0	0	1	1
m_1	m_2	m_2	0	1	0	1
m_1	m_2	m_3	?	?	?	?
m_1	m_1	m_1	0	—	—	1
m_1	m_1	m_3	?	?	?	?

Теперь обратимся к параметрам, соотносящимся с P и R . Очевидно, что для нас важно для этого типа параметров соответствие или несоответствие только структуры R , так как по определению системного компонования концепт системы P сохраняется у всех трех рассматриваемых систем ($P_1 = P_2 = P_3$).

Итак, нам достаточно рассмотреть три вида параметров, объединив их в три группы: *группа 1* — параметры, которые определяются m ; *группа 2* — параметры, которые определяются R ; *группа 3* — параметры, которые определяются и R и m .

Естественно, что при системном сочетании возможно четыре случая, так как каждая из систем может обладать двумя значениями соответствующего параметра — «0» и «1». Обозначим их 0.0; 0.1; 1.0; 1.1. Здесь слева от точки указано значение одного из параметров рассматриваемой группы, для первой из сочетаемых систем, а справа — значение этого же параметра для второй системы.

Рассмотрим каждую из выделенных групп системного компонирования отдельно.

Параметры группы 1. Очевидно, что существует всего пять возможных вариантов для параметров этой группы. Проанализировав каждый из них, мы можем составить табл. 1.

Для тех случаев, когда в результирующей системе есть m_3 , на основании нашего анализа значения параметров первой группы искомой системы не могут быть определены. В табл. 1 неизвестные значения параметров обозначены зна-

Таблица 2

Значение параметров системы S_3 при различных субстратах исходных систем

Структура систем			Значение параметра системы S_3			
S_1	S_2	S_3	0.0	0.1	1.0	1.1
R_1	R_2	R_1	0	0	1	1
R_1	R_2	R_2	0	1	0	1
R_1	R_2	R_3	0	—	—	1
R_1	R_1	R_1				
R_1	R_1	R_3				

ком «?». Для удобства в последующих таблицах в аналогичных ситуациях вопросительный знак опускается. Знак «—» означает, что такой случай логически невозможен.

Параметры группы 2. Для параметров второй группы табл. 2 искомым значений составляется аналогично первой.

Парметры группы 3. Значение параметров третьей группы для системы, полученной в результате системного компонирования, можно выяснить только в тех случаях, когда и R и m одной из исходных систем сохранится в результирующей системе. В связи с этим прогнозирование коснется только некоторых типов системного компонирования. Данные по анализу параметров группы 3 приведены в табл. 3. В этой же таблице подведены итоги и собраны результаты анализа всех трех выделенных групп.

В табл. 3 приведены все виды системного компонирования. Подытожим полученные результаты. В тех случаях, когда это возможно, определена параметрическая характеристика результирующей системы. Для параметров *группы 1* логически возможным оказалось определить значения

Значение параметров системы S_3 при всех типах системного компонования

Тип системного компонирования						Параметры														
S ₁			S ₂			S ₃			группа 1				группа 2				группа 3			
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0,0	0,1	1,0	1,1	0,0	0,1	1,0	1,1	0,0	0,1	1,0	1,1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₁		0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₃		0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R ₁	m ₁		R ₂	m ₂		R ₃	m ₂ </													

параметров искомой системы в 13-ти случаях из 21-го. Для параметров *группы 2* — также в 13-ти случаях, а для параметров *группы 3* — в 6. Для некоторых типов системного компонования определены все группы параметров (первый, пятый, тринадцатый, четырнадцатый, семнадцатый и девятнадцатый типы). Для 9-го, 12-го и 20-го типов системного компонования невозможно по исходным данным определить значение какой-либо группы параметров.

Итак, пользуясь таблицей, по параметрическим характеристикам исходных систем можно определить все параметры результирующей системы в шести типах системного компонования. Частичная характеристика находится в 12-ти случаях. И только для трех типов о параметрах результирующей системы мы сказать ничего не можем.

Другие возможные пути нахождения характеристик 3-ей системы мы рассмотрим ниже, а теперь попробуем ответить на следующий вопрос. Нас интересует, какими параметрическими характеристиками должна обладать система 2 для того, чтобы при синтезе с системой 1, результирующая система 3 обладала заранее определенными значениями параметров. Иными словами, какую систему, обладающую какими параметрическими характеристиками, можно присоединить к данной системе S_1 , для того, чтобы получить систему S_3 с заранее определенными значениями параметров.

Для получения искомых данных можно воспользоваться как основой табл. 3. Предоставим читателю осуществить этот несложный пересчет самому.

§ 3. Системное декомпонирование

Несложно убедиться в том, что существует 21 тип операций системного декомпонирования. К этому выводу можно прийти двумя путями. Один из них — перечислить все возможные варианты и исключить из них идентичные. Второй — каждый тип системного декомпонирования выводится как операция, обратная соответствующему типу системного компонования. И тот и другой пути приводят нас к 21 типу системного декомпонирования. Полученные данные приведены в левой части табл. 4. Данные для характеристики параметров взяты из табл. 3 и были пересчитаны с учетом того, что операция декомпонирования является обратной по отношению к операции компонования. Операции

системного декомпонирования подвергается система S_1 . В результате образуется две системы — S_2 и S_3 . Мы составили таблицу для случая, когда параметрическая характеристика одной из результирующих систем — системы S_2 задана заранее. В табл. 4 нулевая строка фиксирует разные комбинации значений параметров систем S_1 и S_2 . Значения системных параметров системы S_3 при различных вариантах декомпонирования фиксированы в остальных строках таблицы. 0/1 означает, что значение параметра может быть и 0 и 1. Черточка фиксирует невозможный случай. Отсутствие знака связано с невозможностью дедуктивного решения вопроса.

Мы рассмотрели некоторые проблемы изучения одной разновидности синтеза и анализа систем — системного компонирования и обратной операции — системного декомпонирования. Приведенные здесь результаты — лишь первый шаг по пути прогнозирования результатов этих системных операций. Все эти проблемы требуют дальнейшего изучения. Мы считаем, что заполнение «белых пятен» в табл. 4 возможно двумя взаимодополняющими друг друга путями. Один из них — использование данных по корреляционным связям между параметрами. В этом случае мы можем получить вероятностные значения параметров для тех случаев, когда между параметрами, значения которых определены выше, и искомыми параметрами существуют надежные корреляционные связи.

Другой путь — статистический способ определения характеристик искомой системы. При работе в этом направлении необходимо по каждому типу системного компонирования, для которого результаты не получены или получены частично, рассмотреть статистически достоверное количество операций системного компонирования. При этом по каждому типу следует рассмотреть четыре варианта в соответствии с различными значениями, которые могут принимать искомые параметры в двух исходных системах.

В дальнейшей работе, очевидно, будет интересно исследовать, при каких значениях тех или иных системных параметров системы могут вступать в системное компонирование и при каких не могут.

Глава VIII. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ СИСТЕМНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ К ФИЛОСОФСКИМ ПРОБЛЕМАМ ФИЗИКИ

Несмотря на то, что физика является давно сложившейся наукой и располагает мощным математическим аппаратом исследования задач, создавшим ей славу точной науки, она, и особенно ее философские проблемы, представляет собой весьма перспективную сферу применения методологии системного исследования. Это касается как выводов общей теории систем, так и использования в процессе анализа физических проблем категориального аппарата методологии системного исследования.

Рассмотрим в качестве примеров некоторые философские вопросы физики, в которых применение рассмотренных выше положений и понятий дает возможность обнаружить новые аспекты.

§ 1. Систематизация онтологических предпосылок физического знания

Философские утверждения, составляющие основу физических рассуждений, являются философскими предпосылками физической теории.

Философские предпосылки могут быть различного типа. Можно выделить предпосылки, носящие логико-методологический характер. Сюда нужно отнести логический аппарат, используемый при построении теории. Другую группу предпосылок образуют предпосылки онтологического характера, которые представляют собой совокупность идей о том, что собой представляет исследуемый наукой мир, т. е. какова его сущность и каково его строение.

Без того чтобы так или иначе не предполагать, что такое мир и каково его строение, не может обойтись никакая наука. Любая физическая теория также исходит из представления о сущности и определенном строении мира.

Несмотря на различие между естественно-научными и философскими проблемами, то или иное представление о

структуре мира, выраженное в философских категориях, не может быть безразличным к физической картине мира, более того, онтологические предпосылки, из которых исходит та или иная физическая теория, оказывают глубокое влияние на физическую теорию в целом.

Это связано со спецификой физики, которая ставит и разрешает проблемы, непосредственно относящиеся к структуре мира. Онтологические предпосылки в структуре физической теории не присутствуют «явным» образом, но они являются необходимой существенной частью теории, поскольку на них «могут быть обоснованы рассуждения о вопросах физических»¹.

Отношение предмета философии к предметам других наук, выраженное как $\Phi \rightarrow (E \rightarrow T)$, где Φ — философская предпосылка, E — опытные данные, T — теория, а $(E \rightarrow T)$ — схема естественного рассуждения, есть соответственно, отношение философской части физической теории к другим ее частям. В частном случае в качестве философского значения выступает онтологическая предпосылка как некоторое допущение о структуре мира.

На языке изложенной выше общей теории систем отношение между философской частью теории и основанными на ней физическими рассуждениями может быть выражено как отношение между системообразующим свойством P системы и $(R \rightarrow m)$, где \rightarrow означает символ перехода от структуры к субстрату.

В зависимости от того, каким будет отношение между P_s и $(R \rightarrow m)$, можно предложить системный обзор типов физических объяснений.

Предварительно остановимся на структурном статусе онтологических предпосылок.

Используя категории «вещь», «свойство» и «отношение», можно выделить типы монарных, бинарных, тернарных онтологических моделей².

Сторонники монарных типов моделей полагают, что в основе мира лежит структура, составленная в конечном счете из единиц одной и той же природы. Структурные единицы мира в зависимости от их понимания могут быть выражены

¹ Н ь ю т о н И. Математические начала натуральной философии. СПб., 1916. Кн. 2—3, с. 172.

² См.: Т е р е н т ь е в а Л. Н. Онтологические предпосылки физической теории и проблема оценки их сложности. Канд. дис. Одесса, 1970.

с помощью какой-либо одной категории — либо «вещи», либо «свойства», либо «отношения». В соответствии с этим онтологические монарные модели можно подразделить на реистические монарные модели, атрибутивные и релятивные.

Онтологические модели являются бинарными, если для выражения их содержания требуется пара логических категорий: вещь-свойство, или вещь-отношение, свойство-отношение и т. п. Если в онтологической предпосылке существенным представляется то, что какая-либо вещь принципиально не может быть ни свойством, ни отношением, то тогда бинарная модель относится к классу моделей с жесткими границами ¹.

Возможен вариант бинарных онтологических моделей, где нет принципиально жестких границ между вещами и свойствами, вещами и отношениями и свойствами-отношениями. Такие модели назовем релятивными.

Наконец, существует класс онтологических предпосылок, фиксирующих реальное существование в мире, и вещей, и свойств, и отношений. Структура таких моделей может быть выражена трехместным предикатом $Q(m, P, R)$. Как и для бинарных моделей, в данном случае имеет смысл выделение типов моделей с жесткими и релятивными границами. В последнем случае вещь может рассматриваться в качестве свойства или отношения и наоборот; свойство при определенном условии может быть отношением.

Для материалистической диалектики, рассматривающей предметы, процессы, свойства и т. д. нет жестких границ; границы, отделяющие вещи мира, подвижны, релятивны.

Возможным основанием для классификации тернарных моделей может служить также характер связи между компонентами модели, и, в частности, возможность системного представления этих связей. Очевидно, что с точки зрения введенного выше понимания системы, не всякая совокупность отношений между структурными единицами модели представляет собой систему.

Онтологические монарные модели не давали возможности системного представления объекта. Отдельные вещи, взятые сами по себе, без какого-либо отношения друг к другу, не представляют собой того, что понимается нами под систе-

¹ См.: Уемов А. И. Онтологические предпосылки логики.— «Вопросы философии», 1969, № 1.

мой. Точно так же, монарные модели, состоящие только из отношений или свойств, в отвлечении от тех вещей, где они существуют, также не могут быть представлены как системы. Это касается также бинарных онтологических моделей, структурными единицами которых являются вещи и отношения.

Иное дело модели тернарные. Определенное отношение между вещами, свойствами и отношениями может давать систему.

Возможно также выделение онтологических моделей, обладающих определенным и «пропорциональным» соотношением между вещами, свойствами и отношениями. Например, Е. Вигнер¹ замечает, что имеется большое сходство между связью законов природы с событиями, с одной стороны, и связью принципов инвариантности с законами природы, с другой.

В тернарных моделях отношения между сущностями могут обладать характером пропорциональных связей между свойствами и отношениями и между отношениями и вещами. Отношение, которое устанавливается между принципами инвариантности, законами и событиями, носит явно упорядоченный характер. В тернарных моделях, в таком случае, соотношение между свойствами, отношениями и вещами, выражаемое как соотношение между принципами, законами и событиями, является упорядоченным в том смысле, в каком рассматривалось соотношение между этими сущностями, когда они образовывали систему.

Если система определяется как множество объектов, на которых реализуется заранее определенное отношение с фиксированными свойствами, то это, вообще говоря, характеризует тот порядок, в каком исследователь должен при систематизации некоторых объектов переходить от свойств к отношениям и вещам. Если известно свойство P , выражающее принцип инвариантности или симметрии, то затем идет поиск некоторого отношения между событиями, или некоторого закона, обязательным условием которого является удовлетворить принципу инвариантности, или отношению R , фиксируемое в законе, должно обладать свойством — P . Множество событий или фактов, элементы m которого

¹ См.: В и г н е р Е. События, законы природы и принципы инвариантности. — В кн.: Успехи физических наук, вып. 4, т. 85. М., Госиздат, 1965, с. 727; В и г н е р Е. Симметрия и законы сохранения. — В кн.: Успехи физических наук, вып. 4, т. 83, с. 729.

связаны таким отношением, обладающим свойством P , будет систематизировано относительно выделенного свойства P . Е. Вигнер указывает на то методологическое применение принципов инвариантности, когда эти принципы служат пробным камнем для проверки истинности возможных законов природы. Подобную методологическую роль в свое время выполняли, к примеру, и знаменитые «Правила философствования» Ньютона И. в классической физике, и закон Авогадро в химии, причем при систематизации теоретических объяснений они выполняли функцию системообразующего предиката.

Вопрос о существовании некоторого сверхпринципа как некоторого закона законов, является вопросом, проливающим свет в методологическом отношении на сущность и структуру онтологических представлений о мире.

Закон, являясь отношением, фиксирует некоторый тип регулярностей в поведении объектов. Закон выражает сущность, необходимость и всеобщность, улавливаемую в событиях. А это выделяет характер того способа, каким отношение между коррелятами в законе относится к самим коррелятам. Сущность, необходимость и всеобщность являются характеристиками отношения второго порядка (обозначим R^{II}) между отношением, определенным в законе, и теми коррелятами, между которыми это отношение установлено $\neg R^{II}(R, m)$. Отношение второго порядка также является внутренним, как и отношение, устанавливаемое в законе. Такой способ соотношения в законе отношения и коррелятов является формально-логической экспликацией сущности, необходимости и всеобщности, выражаемых в законах.

Но закон, фиксирующий некоторую регулярность в событиях, всегда определяется только при фиксировании некоторых начальных условий. Вопрос о соотношении начальных условий и законов, имеющих смысл при одних начальных условиях и не имеющих смысла при других, решается по-разному.

Е. Вигнер, например, считает, что «в то время, как законы природы сжато выражают красивые и простые регулярности, начальные условия, постольку, поскольку они не контролируются, выражают столь же простую и красивую нерегулярность»¹.

¹ В и г н е р Е. Симметрия и законы сохранения, с. 730.

Анализ условий, при которых закон может быть выражен с помощью внутреннего отношения ¹, приводит к выводу, что всегда внутреннее отношение между объектами вытекает из сущности соотносящихся объектов. Понятие внутреннего отношения как экспликат понятия закона используется более сложным образом, когда необходимость внутреннего отношения между объектами является следствием не столько сущности соотносящихся объектов, сколько наличия внешних условий. В частности, такими внешними условиями будут те, которые присущи всему миру и которые вследствие этого не могут быть ликвидированы. Условия действия закона в таком случае обозначают те объекты, которые необходимы для получения внутреннего отношения. Использование определенных онтологических представлений при установлении закона несомненно, и этот факт выражается в фиксировании условий действия теоретических построений, будь то закон или теория.

Онтологические условия действия закона или теории определяют такие качества мира, которые делают его «странным». Так, для выполнения законов классической механики, строго говоря, необходимо прямолинейное и равномерное движение системы отсчета с какой угодно скоростью. Это требование фиксируется принципом относительности, который А. Эйнштейн развил в частной и общей теории относительности. Причем онтологические условия, наличие которых необходимо для выделения данного внутреннего отношения, при установлении другого внутреннего отношения могут не учитываться. Для того, чтобы выполнялся закон Бойля — Мариотта, нужен мир с постоянной температурой.

В системах физического объяснения явлений онтологические представления играют роль системообразующего фактора. Важен способ, каким системообразующее свойство или отношение соотносится с законом или теорией. Можно отметить, что теория или закон как система не являются имманентными.

Сопоставление, например, отношений, устанавливаемых в законе, может быть только с теми онтологическими условиями, которые делают это отношение внутренним. Другими словами, выполняется требование однозначности применения понятий к миру, о котором неоднократно писал Н. Бор.

¹ См.: U j o m o v A. Gesetz und innere Relation.— In: Der Gesetzesbegriff in der Philosophie und den Einzelwissenschaften. Berlin, 1968.

Соотношение системообразующего отношения или свойства с коррелятами в системе может быть оценено как отношение второго порядка. Если системообразующее отношение обозначим как систему референции a (система объектов, при которой имеет место установление внутреннего отношения), а закон как b , то принцип относительности есть по своему логическому содержанию определенное отношение между a и b — $R(a, b)$.

Принципом относительности не только фиксируются те объекты, относительно которых устанавливаются внутренние отношения, но и задается способ связи между условиями действия закона при переходе от одной инерциальной системы к другой. Этот переход получается посредством одного из преобразований инвариантности. Вопрос, поставленный Е. Вигнером о том, возможны ли какие-либо закономерности, относящиеся к начальным условиям, может быть решен, на наш взгляд, положительно при проведенной выше экспликации условий действия закона.

Свойство неимманентности, характеризующее систему теоретических объяснений в физике, как раз может быть обосновано необходимостью учета определенных онтологических предпосылок. Отношение между онтологической моделью и типом объяснения физических явлений может носить характер методологического требования. А. Эйнштейн сознательно использовал закономерности в условиях действия закона, фиксируемые в принципе инвариантности, для поиска новых законов природы.

§ 2. Пространство и время с общесистемной точки зрения

В исследованиях по философским вопросам естествознания нетрудно обнаружить два относительно самостоятельных класса проблем. Один из них непосредственно связан с основным вопросом философии и может быть назван классом проблем сущности. Второй — целесообразно определить как структурно-мировоззренческий. Специальные вопросы о структуре материи, согласно В. И. Ленину, следует отнести к компетенции естественных наук¹. Таким образом, проблемы структуры могут быть поставлены на разных уровнях и решаться с помощью различных понятий.

¹ См.: Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 18, с. 274—275.

Настоятельная потребность в философском и логическом анализе понятия структуры, как будет показано более подробно ниже в разделе языкознания, возникла в связи с задачами построения общей теории систем. Такая же потребность существует и в связи с многочисленными работами по пространству и времени, в русле идей теории относительности и вне ее. Не случайна поэтому связь между философской интерпретацией пространства и времени и методологическими основами общей теории систем. Она реализуется в применении понятий системы, структуры и т. п. к пространству и времени. Не всякое определение системы и структуры является плодотворным. Слишком широкое — приводит к тривиальным результатам, узкое — к эмпиризму, использующее с самого начала пространственно-временную терминологию — к опасности логического круга.

Наиболее пригодным оказывается определение системы, явно опирающееся на понятие вещи, свойства и отношения.

Системный подход к пространству и времени предполагает предварительное выяснение их логического статуса: чем они являются — вещью, свойством или отношением? Названная проблема — одна из труднейших в многовековой эволюции этих понятий¹. В истории науки и философии известны три концепции пространства и времени — субстанциальная, атрибутивная и реляционная. Общая теория относительности Эйнштейна отдает предпочтение реляционной концепции, хотя в других физических теориях иная ситуация.

Любой смысл, вкладываемый в понятия пространства и времени, охватывается этой классификацией. В. С. Лукьянец², следуя за А. Эйнштейном и Р. Карнапом³, настаивает не только на важности различения математической и физической геометрии, но и различных родов физических пространств. Игнорирование этого различия приводит к большой путанице.

Однако дело здесь не только в специфичности соответствующих предметных областей. Последнее весьма важно для

¹ См.: Б у н г е М. Пространство и время в современной науке. — «Вопросы философии», 1970, № 7.

² См.: Л у к ъ я н е ц В. С. Физико-математические пространства и реальность. Киев, «Наукова думка», 1971.

³ См.: К а р н а п Р. Философские основания физики. М., «Прогресс», 1971, с. 229, 246—250.

решения сущностных проблем, но структурная классификация не обязана совпадать с сущностной. Иначе устранение одной путаницы становится первым шагом в возрождении другой. Сколь необходимо различать математическое и физическое, эмпирическое и теоретическое в одном плане, столь же необходимо не замечать этого различия в другом плане.

Системный подход, естественно, не давая какого-то окончательного решения, приводит к единой логической основе исторические и современные дискуссии. Если принять определенный логический статус для пространства и времени (не обязательно один и тот же), то и для оставшихся понятий триады должны быть найдены интерпретируемые сущности.

Считая в соответствии с основной тенденцией современной физики пространство и время отношениями, мы вынуждены под понятие вещи подвести вещество и кванты полей с соответствующими свойствами. В этом случае понятие системы применимо к сочетанию материи, пространства и времени, а не к пространству и времени в отдельности. Поскольку неинтерпретированными остались понятия взаимодействия, движения, на долю пространства и времени выпадает быть лишь одним из проявлений структурности материи вообще. И. С. Алексеев вслед за Дж. Чью, отстаивая гипотезу макроскопической природы пространства, опирается на последний вывод¹. Однако с точки зрения системного подхода оказалась упущенной возможность трактовки пространства как несистемообразующего отношения с соответствующим признаком всеобщности. Может быть, упущена потому, что подобная трактовка напоминает непопулярную уже концепцию «фона» или «сцены» для физических явлений. Между тем, А. Грюнбаум убедительно вскрывает поспешность заявления о полном изгнании абсолютного пространства из общей теории относительности². А. И. Уемов рассматривает в качестве абстрактного мир, в котором пространство и время выступают только как отношения³. В литературе нетрудно найти ряд серьезных по-

¹ См.: Философские вопросы квантовой физики. М., «Наука», 1970, с. 239.

² См.: Г р ю н б а у м А. Философские проблемы пространства и времени. М., «Прогресс», 1969, с. 515.

³ См.: Пространство и время в современной физике. Киев, «Наукова думка», 1968, с. 181.

пыток частичной субстанциализации времени: в линейных теориях гравитации¹, в распространении канонического формализма У. Гамильтона на теорию гравитации, что делает П. Дирак, в выборе Дж. Сингом основной меры для измерений². Соответственно, частичная или даже полная субстанциализация пространства проводится Дж. Уилером в работах по геометродинамике.

Существуют убедительные свидетельства в пользу рассмотрения пространства и времени в качестве вещи. Не вводя новых сущностей, можно произвести трансформацию логических статусов: рассматривать, например, материю в качестве отношения или свойства, что характерно для геометродинамики и некоторых программ единых теорий поля. Поскольку речь идет о физическом представлении материи, т. е. о веществе и квантах поля, такую возможность нельзя недооценить, а тем более осуждать. В такой необычной, даже парадоксальной форме удастся учесть в какой-то мере эффекты обратной связи, нелинейности отношений между сущностями, без которых немислима не только кибернетика, но вся современная наука.

Некоторые ученые предостерегают против смешения пространства и времени с эмпирическими объектами, относя к «научному жаргону» выражения типа: «свойства пространства», «разное течение времени», «структура пространства» и т. п.

Это возражение сохраняет силу для тех вариантов системного подхода, которые опираются на пространственно-временное понимание вещи, на условие, что элементы системы заранее заданы.

Использование понятия структуры на разных логических условиях стало обычным в современной науке. А. Д. Александров, например, разъясняет смысл «формы существования материи» «как общую структуру связей ее элементов»³.

Игнорируя системную точку зрения, трудно понять особенности этого определения. Фактически оно означает выделение отношений второго порядка. П. С. Дышлевый

¹ См.: Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Релятивистская астрофизика. М., «Наука», 1967, с. 61—63.

² См.: Синг Дж. Общая теория относительности. М., Изд-во иностр. лит., 1963.

³ Ленин и современное естествознание. М., «Мысль», 1969, с. 221.

перечисляет встречающиеся в литературе по философским вопросам физики четыре интерпретации формулы Ф. Энгельса о пространстве и времени как «формах существования материи»¹. С общесистемной точки зрения эта классификация нуждается в детализации и дополнении, о чем говорит уже приведенное определение А. Д. Александрова. Не обязательно делать единственный выбор из перечисленных интерпретаций.

Сопоставляя пространство и время методологическим основам общей теории систем, которые опираются на диалектику взаимопереходов вещей, свойств и отношений, следует с самого начала ожидать определенного множества решений. Проблема связи и разграничения пространства и времени, достигающая кульминационной точки в четырехмерном мире Минковского, является структурной проблемой и поэтому допускает определенную градацию решений. Не всякое отрицание реальности четырехмерных величин следует относить к позитивизму. И потому, что язык эксперимента остается сугубо $3 + 1$ -мерным, и потому, что сам термин «реальность» на уровне структуры имеет не тот же смысл, что на уровне сущности. На первом уровне, целесообразно даже введение «степеней реальности».

Не всякая трактовка пространства и времени в качестве вещей означает возврат к ньютоновской точке зрения. В современном подходе это означает, что проблема связи пространства и времени с материей передвигается на последующие этапы анализа, на новые понятия. Таким образом, преодолеваются и возражения со стороны логической теории типов, которые неизбежны при попытках установить непосредственную связь материи с формами ее существования.

Примером вещных определений времени является событийное и процессуальное определение времени, рассматриваемые З. Аугустынеком². Кратко, хотя и не совсем точно, их суть может быть передана словами: время — это либо множество моментов, либо множество интервалов.

З. Аугустынек полагает, что приводимые им определения соответствуют уровню специальной теории относитель-

¹ См.: Дышлевый П. С. В. И. Ленин и философские проблемы релятивистской физики. Киев, «Наукова думка», 1969, с. 139.

² См.: Аугустынек З. Два определения времени. — «Вопросы философии», 1970, № 6, с. 48—53.

ности, но в принципе они могут быть совмещены с любой концепцией времени. Все зависит от постулируемого смысла понятий события и процесса.

С общесистемной точки зрения нет никаких формальных оснований отдавать предпочтение одному определению времени по сравнению с другим. Отказ от процессуального определения и онтологизация событийного представляются поспешными. Такие вопросы решаются физическим путем и решение в рамках теории относительности может быть нецелесообразным для квантовой физики.

Среди многих определений пространства-времени, даваемых А. Д. Александровым, есть по форме субстанциальное, предполагающее дальнейшее выяснение реального смысла понятия «мировая точка». Однако уже это абстрактное определение позволяет ввести понятие структуры и наметить пути возможного ее обогащения. Окончательная задача заключается в том, чтобы дать конкретизацию философской формулы о пространстве-времени как форме существования материи применительно к современной физике, точнее, к теории относительности.

Полученный вывод об определяемости пространственно-временной структуры причинно-следственной все же нельзя считать полным решением задачи. Сам А. Д. Александров отмечает, что пространство-время общей теории относительности нуждается в некотором дополнении.

Однако дело не только в этом. В названном определении устанавливается только субординация двух типов отношений — пространства-времени и движения. Представление о материи и ее свойствах в физическом аспекте явно не присутствует. Поэтому зафиксированная субординация выглядит постулативной. С общесистемной точки зрения можно говорить только о коррелятивности, координации отношений. Субординация фактически означает введение отношений второго порядка. Такой шаг нуждается в новых серьезных аргументах в области знаний о материи и ее свойствах. Даже общая теория относительности не вполне удовлетворяет данному требованию.

Традиционно отмечаемые следствия для пространства и времени из специальной теории относительности слабее сформулированных А. Д. Александровым. В пользу коррелятивности пространственно-временной и причинно-следственной структуры, например, говорит факт совместимости теории относительности с концепцией одновременности

причины и следствия¹, элемент конвенциональности в определении метрики.

Сам факт введения отношений высших порядков благоприятствует возможностям системного анализа, особенно в его параметрическом варианте. Однако плодотворность его зависит от того, стоят ли за этими отношениями реальные физические сущности.

Может возникнуть возражение, что использование системного подхода применительно к пространству и времени в том варианте, где система задается теоретически,— это комбинаторика равноправных абстрактных возможностей. Ведь для получения однозначных результатов приходится прибегать к конкретным физическим соображениям, и в этом смысле системный подход подобен математическому. Однако это не совсем так. Хотя уровень структуры допускает справедливость разных решений, в силу объективной связанности уровней сущности и структуры в философии последний фиксирует некоторые общие ограничения — структурно-мировоззренческие.

Двойственность отношений и свойств в общей теории систем, например, позволяет объяснить отмечаемую в литературе эквивалентность атрибутивной и реляционной концепции пространства и времени в рамках диалектического материализма. Отсутствие подобной двойственности применительно к вещам заставляет сомневаться, что «дополнительность» физики и геометрии является общим принципом природы, как утверждает А. С. Предводителей². Это же обстоятельство служит серьезным аргументом против попыток чисто конвенциональной трактовки метрики, геометризации всей физики.

Фронтальное применение системного подхода к пространству и времени, равно как и к остальным философским проблемам естествознания, дело будущего, но уже первые попытки позволяют надеяться на плодотворность этого подхода, который раскрывает новые стороны диалектики природы.

¹ См.: Уемов А. И. О временном соотношении между причиной и действием. — «Учен. зап. Иванов. пед. ин-та», вып. 1, т. 25. Иваново. Изд-во Иванов. пед. ин-та, 1960.

² См.: История и методология естественных наук, вып. 2 (физика). М., Изд-во Моск. ун-та, 1963.

§ 3. Квантовая механика, принцип дополнительности и безэталонное измерение

Раньше была показана полезность сопоставления языка физических величин с языком системных параметров. Это сопоставление может быть продолжено с пользой для обоих языков. Логическим преимуществам системного языка, который не связан с какой-то определенной предметной областью, противостоят лучше определенные количественные оценки и процедуры измерений.

Простое заимствование преимуществ, конечно, неосуществимо. Однако некоторое обобщение понятия измерения, например, безэталонное измерение, может быть использовано в языке системных параметров. В свою очередь, идея безэталонного измерения в рамках системных параметров может подсказать, какие элементы существующих физических теорий в действительности носят постулативный характер и для своего объяснения требуют более общего языка.

Квантовая теория в этом плане представляет наибольший интерес, поскольку нет другой теории, где разногласия по поводу исходных пунктов ее были бы столь заметны. «Копенгагенская интерпретация», «концепция ансамблей», «причинная трактовка»¹ уже ставшие классическими примеры этих разногласий. Ввиду того, что физика — экспериментальная наука, все они концентрируются как в фокусе при анализе процесса измерения. Язык измерений и эксперимента вообще, согласно Н. Бору, всегда остается классическим. А между тем, теория измерений в квантовой физике пользуется двумя языками. Это соответствует идее дополнительности, но это же составляет основную трудность теории измерений¹.

Стремление к унификации языка — характерная особенность развития научного знания. Здесь существуют две основные возможности: соперничество языков (сведение, иерархия, практическое предпочтение) либо установление определенного компромисса между ними на основе специально сформулированного принципа, такого, например, как принцип дополнительности. Постулативный характер последнего, невыясненность его логической природы приводит к тому, что в дискуссиях по основам квантовой теории одни и те же авторы используют два способа.

¹ Nagasaka G. In Abstracts. IV International Congress for Logic, Methodology and Philosophy of Science. Bucharest, 1971, p. 252.

Устанавливается компромисс, например, между индивидуальным микросостоянием и ансамблем, волновым и корпускулярным поведением и т. д. Более того, предполагается, что этот компромисс является конкретизацией общих диалектических противоречий между возможностью и действительностью, определенностью и неопределенностью, прерывным и непрерывным и т. д.

Но почему тогда дилемма о силовом и несиловом характере взаимодействия между микрообъектом и прибором и ряд аналогичных ситуаций не разрешаются в том же духе идеи дополненности, а предпочтение отдается одной стороне¹.

Дискуссиям по основам квантовой теории очень не хватает классификации дилемм на те, что родственны идее дополненности, и те, что имеют только внешнее сходство, а по существу к ней не относятся. Эта задача предполагает предварительное выяснение логических предпосылок принципа дополненности.

В работе² показано, что такой логической предпосылкой могут служить два эквивалентных способа построения систем: $[R(m)]P$ и $R[(m)P]$. Язык строящейся общей теории систем способен эффективно интерпретировать то, что в квантовой теории называют корпускулярно-волновым дуализмом и ряд других вопросов. Естественно надеяться, что переходя от общего определения системы к системным параметрам, можно получить более детальную системную интерпретацию квантово-механических проблем.

В общем определении системы $[R(m)]P$ или $R[(m)P]$ скобки отражают порядок перехода от одной переменной к другой, который характерен для системного метода. К этим отношениям системных переменных привязываются содержательные характеристики систем, на основе которых можно дать исчерпывающую классификацию последних. Такие, например, как гомогенные и гетерогенные, стабильные и нестабильные, регенеративные и нерегенеративные, детерминирующие и недетерминирующие и т. п.

Поиски общесистемных закономерностей означают установление связей между системными параметрами. Аналогично тому, как связь физических величин дает физиче-

¹ См.: Омельяновский М. Э. Объективное и субъективное в квантовой теории. — «Вопросы философии», 1974, № 6, с. 49.

² См.: Комарчев В. А., Кошарский Б. Д. и др. Дополненность: идея, концепция, принцип. — В сб.: Принцип дополненности и материалистическая диалектика. М., «Наука», 1976.

ский закон. Для дальнейшего весьма важно отметить, что физическая величина определяется с помощью отношения первого порядка и поэтому экстенционально ограничена, а системный параметр определяется с помощью отношения второго порядка и не имеет подобного ограничения.

Анализ процесса измерения в квантовой механике наталкивается на разрыв связи определенных физических величин (в смысле динамического описания) — имеется в виду так называемая «редукция волнового пакета» или волновой функции.

Это аномальное с первого взгляда обстоятельство тем не менее стало естественным элементом физического описания. Психологически с этим трудно смириться, когда исследователь не ограничивает себя чисто прикладными задачами. Объяснений редукции волнового пакета существует множество, но по существу все они одну «аномалию» заменяют другой, психологически более приемлемой. Польза этих круговых объяснений в том, что на их множестве удастся выделить наиболее общие постулативные положения, характерные для квантовой теории. К их числу как раз и принадлежит принцип дополнительности Н. Бора.

Попытка получить некруговое объяснение аномалии в поведении физической величины может ориентироваться на язык системных параметров. Существование общесистемных закономерностей говорит о том, что сочетание параметров не может быть произвольным.

Процесс измерения в микрофизике с системной точки зрения означает наложение системных характеристик прибора и атомного объекта. Результат этого наложения выражается на физическом языке. Он может предполагать акт смотра на показание стрелок прибора, т. е. субъективный элемент. В структурном плане здесь нет особых осложнений. В этом преимущество системной точки зрения. То, что в физическом плане выглядит как аномалия, может, с точки зрения синтеза определенных систем, являться стандартной закономерностью. Когда две гетерогенные системы дают одну гомогенную, этот скачок в значении системного параметра не выглядит необычно. Поэтому небезосновательны надежды на объяснительную силу системного языка. При этом, конечно, предполагается, что физические закономерности являются конкретизацией общесистемных.

В процедуре измерения нам становится известной физическая конкретизация какого-то неизвестного наложения

неизвестного (но конечного) набора системных параметров. Соответствие его физическому членению измерительной процедуры предполагает владение обоими языками — системным и физическим и искусством их перевода. Если это сделано, предстоит разобраться в синтезе систем при измерении и получить числовую модель.

Значение параметра определяется с помощью качественного анализа, без какого-либо эталона. Каждому из значений двузначного параметра, например, можно сопоставить одно из чисел 0 или 1. Никакой особой пользы из таких «числовых характеристик» извлечь нельзя. Нужная числовая модель будет получена тогда, когда операции над числами смогут в определенном плане заменить операции над самими системами. Достижение этой цели мыслимо на разных путях.

Один из вариантов связан с упорядочением набора системных параметров. Все параметры из набора соотносятся с одним из них или с новым параметром, интерес к которому определен конечной целью. Во многих системных задачах популярны параметры простоты, надежности и т. п. В физических микроскопических системах на передний план выступают, вероятно, другие параметры.

Все соотнесения получают численную оценку, в простейшем случае 0 и 1. В результате получается числовая строка из 0 и 1. Строка упорядочена в соответствии с весом различных сопоставляемых одному из параметров. Пусть веса таковы, что соответствуют двоичному коду. Тогда о полученной числовой строке можно говорить как о числовой модели. Уже можно выяснить место данной системы в иерархии систем по интересующему нас признаку.

Поскольку выбор базисного параметра ничем не ограничен, можно в принципе получить набор числовых строк, т. е. информационную матрицу о системе.

Самым трудным является вопрос о наложении системных характеристик. Для него следует подобрать операцию сложения числовых строк. Можно ожидать в общем случае, что это не простое арифметическое сложение, а логическая функция.

В математическом аппарате квантовой механики широко используется понятие оператора. Логически это как раз означает включение отношений второго порядка, что характерно для системного подхода. Связь с уровнем свойств и отношений первого порядка осуществляется в микрофизи-

ке через понятие собственных функций и собственных значений. Здесь нетрудно усмотреть определенный изоморфизм языков — системного и квантовомеханического.

Можно надеяться, что спектр собственных значений коррелирует каким-то образом с упорядоченным набором соотношенных параметров, а их вероятность — с весовыми коэффициентами.

Невозможность динамического описания «редукции волнового пакета» выглядит естественной, так как операция, соответствующая синтезу систем, не является дифференциальной. То, что обычно характеризуют как границы применения классических понятий в микромире, с точки зрения системно-параметрической интерпретируется как переход от эталонного к безэталонному измерению.

То, что происходит между двумя последовательными измерениями в микромире, можно описать не только на языке физических величин, но и на новом логическом уровне — на языке системных параметров. Это не будет физикой, но может помочь ей.

Глава IX. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Процесс проникновения идей системного подхода в геологические исследования характеризуется рядом особенностей, обусловленных, в частности, научными традициями геологии, современным уровнем и тенденциями развития ее теории. Многие авторы отмечают «системность» геологических объектов, имея в виду сложность структуры и функционирования геологических систем, длительную историю их развития, многоуровневую иерархичность и др. Однако, располагая лишь качественными представлениями подобного рода, геология не смогла, оставаясь в рамках своей традиционной методологии, разработать адекватные способы описания и исследования сложных геологических систем.

Зародыши стихийного применения системного подхода в геологии, как отмечает Ю. Косыгин¹, содержатся в разработанной Е. Федоровым системе кристаллографических сингоний, а также в системах стратиграфии. Ряд глубоких идей о сущности геологического пространства и времени высказали В. Вернадский и Б. Личков; обзор этих представлений содержится в работе².

В числе первых исследователей, обсуждавших некоторые идеи «общей теории систем» Л. Берталанфи применительно к геологии, следует назвать геоморфологов, причем это обсуждение привело к дискуссии в научной печати. В этой связи можно упомянуть работу А. Конашера³, который отмечает полезность применения концепции от-

¹ См.: Косыгин Ю. А. Понятие структуры в геологических исследованиях. — В сб.: Геология и геофизика. Новосибирск, «Наука», 1970, с. 4.

² См.: Куражковская Е. А. Диалектическая концепция развития в геологии (философский аспект). М., Изд-во Моск. ун-та, 1970.

³ Conacher A. J. Open systems and dynamic equilibrium in geomorphology (Comment). — «Austral Geogr. Stud.» 1969, 7, N 2.

крытых систем и динамического равновесия в геоморфологии. Противоположной точки зрения придерживаются Смоли и Вита-Финци¹; их работа посвящена критике применения теории открытых и закрытых систем в науках о Земле и, в частности, в геоморфологии. Авторы приходят к выводу, что общая теория систем в варианте, предложенном Л. Берта-ланфи, не приводит к существенно новым результатам в геологии.

Ряд работ последних лет, посвященных системному подходу в геологии, принадлежит Ю. А. Косыгину. В статье² проведена попытка обобщения понятия геологической структуры; это обобщение выполнено на основе аналогии со структурой кристаллической решетки минералов и перенесено на структуры горных пород, слоистых систем и наслоенных геологических формаций, а также осадочной оболочки в целом. В другой работе Ю. А. Косыгина рассматриваются некоторые методологические вопросы системных исследований в геологии. Выделенные Ю. А. Косыгиным и В. А. Соловьевым³ статические, динамические и ретроспективные системы в геологии, как отмечают и сами авторы, во многом аналогичны понятиям структуры, функции и истории, фиксируемым при описании биологических систем. Известно, что в геологических исследованиях изучению статических систем (или просто структур) уделяется наиболее пристальное внимание, что, по-видимому, объясняется, главным образом, важностью знания структуры объектов различных порядков при решении практических задач геологии. В понятие динамических систем Ю. А. Косыгин включает современные геологические процессы, являющиеся предметом изучения динамической геологии. Ретроспективные системы — это логические модели, построение которых возможно на основе изучения статических и динамических систем. Примером ретроспективных систем могут служить палеогеографические конструкции. Верным в методологическом отношении является комплексное исследование всех трех типов систем. Наконец, в одной из

¹ Smalley J. J., Vita-Finzi C. The concept of «system» in the Earth Sciences, particularly geomorphology. — «Geol. Soc. of Amer. Bull.», v. 80, n. 8, 1969.

² См.: Косыгин Ю. А. Методологические вопросы системных исследований в геологии. — «Геотектоника», 1970, № 2.

³ См.: Косыгин Ю. А., Соловьев В. А. Статические, динамические и ретроспективные системы в геологических исследованиях. — «Известия АН СССР», 1969, № 6.

недавно опубликованных работ¹ высказано предположение, что теоретическая геология будет развиваться на базе структурно-системных исследований, формализации геологического языка и широкого применения современной математики.

В книге Е. А. Куражковской² обсуждается понятие геологической материальной системы и ее структурно-функциональной целостности, затрагиваются проблемы динамики геологических систем, необратимости и цикличности их развития, процессы «самоорганизации» и «саморегуляции» на уровне геологических материальных систем. В работе³ рассмотрен вопрос о соотношении естественно-исторического (традиционного для геологии) и системно-структурного подходов к изучению геологических систем.

В связи с проникновением системных идей в геологию постепенно преодолевается ограниченность субстратного подхода, развивается и утверждается идея о многоуровневой иерархической организации нашей планеты. Эта многоуровневая организация, как отмечает В. И. Круть, «...выступает сложной динамической и исторической системой, находящейся на стыке прямой иерархии объектов (идущей из микромира), с контриерархией (прослеживающейся из мегамира). Земля и ее подсистемы формируются на разных уровнях — физических полей и частиц (геофизическом), ядерно-атомарном (геохимическом), молекулярно-минеральном (минералогическом), горных пород (петрографическом), геологических формаций, биогеоценозов и ландшафтов, регионально-этажных систем, геоболочек и геосфер, планеты в целом»⁴. Редукционистский подход пытается свести всю эту иерархию уровней организации только к физико-химическим явлениям. Новые категории целостности постепенно, путем преодоления редукционизма, вводятся в научный обиход. Например, потребовались десятилетия

¹ См.: Косыгин Ю. А., Кулындышев В. А. Структурно-системные исследования в геологии и проблема математизации. — «Известия АН СССР, сер. геол.», 1974, № 6.

² См.: Куражковская Е. А. Геологическая материальная система и закономерности ее развития. М., «Знание», 1971.

³ См.: Куражковская Е. А., Гордеев Д. И. Соотношение системного и исторического подходов при изучении естественно-исторических систем. — В сб.: История и методология естественных наук. Геология, вып. 13. М., Изд-во Моск. ун-та, 1974.

⁴ Круть В. И. Исследование оснований теоретической геологии. М., «Наука», 1973, с. 194.

для того, чтобы такие понятия, как минеральный парагенезис и геологическая формация, «вошли в сознание геологов с такой же предметностью и конкретностью, как более простые и привычные целостности, на которых построен фундамент геологии — минерал и горная порода»¹.

Приведенный выше краткий обзор некоторых работ показывает, что проникновение системных идей в геологию характеризуется многообразием подходов и обсуждаемых проблем. Усиление интереса к методологическим вопросам геологии имело следствием появление в последние годы ряда работ, посвященных проблемам эволюции геологических систем, выяснению общих закономерностей их структуры и функционирования. Ведутся поиски подходов, призванных объединить многочисленные разрозненные разделы геологии с помощью единой теоретической концепции. Выдвигается проблема создания теоретической геологии («метагеологии», «эпигеологии») и предпринимаются усилия для ее построения. Широким фронтом развернулись работы по математизации геологии и формализации ее языка (работы этого направления, пожалуй, наиболее многочисленны и исчисляются сотнями и тысячами).

Все это требует обоснования некоторых общих интегративных принципов. В частности, поиски таких принципов идут по пути выявления обобщенных характеристик статической или динамической структуры геологических процессов, явлений и образований. К таким характеристикам относятся, например, цикличность и направленность развития геологических процессов. Полициклическая структура развития, как отмечает В. Оноприенко², является, с одной стороны, формой реализации поступательности процесса развития, с другой — необратимым процессом. Принцип полициклизма, выдвигаемый В. Оноприенко, предполагает: 1) незамкнутость каждого цикла, 2) необратимость развития в течение каждого цикла, причем под цикличностью понимается такая повторяемость в ходе процесса, когда повторяются не отдельные признаки или явления, а определенный порядок развития.

¹ И в а н к и н П. Ф. О системном подходе в геологических исследованиях. — «Советская геология», 1973, № 8, с. 5.

² См.: О н о п р и е н к о В. И. Принцип полициклизма в теоретической геологии. — «Известия вузов. Геология и разведка», 1973, № 3.

О. Вотах ¹, исходя из представлений об иерархической «организации» нашей планеты, составил периодическую систему ранговых элементов Земли. Им предпринята интересная попытка проследить изменение значения одного из важных свойств (ритмичность-эволюционность) по мере повышения ранга организации геологических систем. Однако рассуждения О. А. Вотаха, по нашему мнению, не безупречны в логическом отношении. Главным моментом, вызывающим возражения, является неопределенность и нечеткость принципов выделения самих ранговых уровней. По-видимому, имплицитно подразумевается, что эти ранговые уровни выделены как «естественные» целостности, и что сделано это правильно и единственно возможным способом. Между тем, выделение, вычленение целостной системы, зависящее, разумеется, от толкования самого понятия «система», представляется важнейшей процедурой, которая в данном случае просто опущена.

Указанная нечеткость приводит к произвольным и многозначным толкованиям понятий «ранговый уровень», «система» и т. п. Например, уровень (IV) горных пород, располагающийся между уровнем (III) минералов и уровнем (V) наборов горных пород, согласно построениям О. А. Вотаха, может выделяться лишь по структурному признаку. Но можно показать, что в наиболее общем случае в определение «горная порода» входят как структурные, так и вещественные признаки, и, таким образом, горные породы понимаются как структурно-вещественные ассоциации. Кроме того, некоторые классы пород могут выделяться только по структурному (например, песчаники) или только по вещественному (например, известняки) признакам ². Аналогичные возражения могут быть высказаны и в отношении других ранговых уровней, рассматриваемых О. А. Вотахом.

Мы привели лишь немногие примеры работ, посвященных проблеме ритмичности и цикличности в геологии. Известно, что по этим вопросам существует обширная литература; здесь формируются интересные научные направления, дающие важные практические результаты (в каче-

¹ См.: В о т а х О. А. Принцип тектонического районирования по возрасту главной складчатости, глобальная тектоника и основа общей теории строения Земли.— В сб.: Геология и геофизика. Новосибирск, «Наука», 1973, с. 9.

² См.: А л и м о в А. И. Горная порода и ее структура.— В сб.: Системный метод и современная наука, вып. 1. Новосибирск, 1971, (Новосибир. ун-т).

стве примеров можно привести установление ритмичности в смене полярности магнитного поля Земли и разработку на этой основе магнитостратиграфической шкалы, а также попытки построения ритмостратиграфических схем плейстоцена).

Здесь мы лишь старались показать, что проблема ритмичности и цикличности имеет для геологии важное значение и привлекает внимание многочисленных исследователей. Очевидно, что такие общие характеристики, как ритмичность и цикличность, могут быть свойственны системам весьма различной природы (например, физическим, химическим, биологическим, социально-производственным). Подобные системы могут изучаться соответствующими научными дисциплинами, а полученные при этом результаты — иметь широкое, междисциплинарное методологическое значение.

Возникает вопрос о способах выделения и исследования таких общих характеристик, описывающих обширные классы систем различной природы. Эти характеристики можно рассматривать как системные параметры. Предлагаемые некоторыми геологами методологические принципы могут быть существенно развиты и дополнены на принципиально новой основе, в результате специального применения параметрического подхода к описанию геологических систем.

Кроме упоминавшихся выше цикличности и ритмичности, являющихся весьма важными характеристиками геологических систем, в геологических исследованиях иногда используются и некоторые другие столь же общие характеристики. К ним, в частности, относится сравнительная сложность геологических образований, которую попытались количественно измерить разные исследователи¹. В частности, В. Н. Землянов² удалось показать, что для конкретного района между размещением месторождений сурьмы и ртути и показателями сложности геологического строения существуют определенные зависимости. Этот случай может служить примером связи между определенным значением системного параметра и конкретным, практически важным свойством геологической системы.

¹ См.: Богацкий В. В., Суханов В. И. Пространственно-статистический анализ сложности геологического строения и его применение в металлогенических целях. — «ДАН. Сер. геол.», т. 181, 1968, № 1, 2, 3.

² См.: Землянов В. Н. Показатель сложности геологического строения. — «Разведка и охрана недр», 1970, № 10.

Однако следует отметить, что обобщенные характеристики, подобные упомянутым выше, используются геологами спорадически, и вводятся произвольно, на интуитивном уровне и без соответствующего логического обоснования. Лишь немногие характеристики, сходные с перечисленными выше системными параметрами, применяются в геологии, хотя многие из них могут представить существенный интерес. В частности, применительно к геологическим системам, специального исследования заслуживают параметры стабильности (по отношению к изменению субстрата), стационарности (по отношению к изменению структуры), гомогенности (гетерогенности), детерминированности, внешней и внутренней регенеративности по элементам и отношениям в системе и др. Можно выбрать любой из перечисленных параметров и привести примеры геологических систем, для которых этот параметр имеет практически важное значение. Скажем, параметр регенеративности по отношениям неявно используется при разделении деформаций горных пород под нагрузкой на упругие и пластические; просадочные лёссовые породы представляют пример нерегенеративной по отношениям системы. Естественное восстановление содержания полезного компонента в некоторых типах морских россыпей — пример системы, внутренне регенеративной по элементам, и т. д.

Таким образом, основываясь на сказанном выше, можно заключить, что первым шагом к построению параметрической теории геологических систем может быть эмпирическое исследование параметров геологических явлений и образований, рассматриваемых в качестве систем. Поскольку выявлены закономерные сочетания системных параметров друг с другом, то на этой основе возможно создание классификаций геологических систем. Следующим шагом может быть специальное исследование отдельных, наиболее важных в определенном смысле системных параметров и изучение их связей с обычными характеристиками геологических систем.

До сих пор мы под геологическими системами понимали лишь природные системы, не испытывающие при своем возникновении искусственных воздействий человеческого общества.

Вместе с тем, у геологии есть и другая важная задача — обеспечение нужд инженерно-хозяйственной деятельности общества, и эту задачу призвана выполнять инженерная геология. При этом на первый план выступает исследование

процессов современной динамики земной коры, т. е. динамических геологических систем. А. В. Сидоренко справедливо отмечал, что «....нельзя забывать и огромное значение тех геологических процессов, которые протекают непосредственно на поверхности и в приповерхностной части Земли. Проблема изучения этих процессов, особенно учитывая вмешательство в них человека, имеет не меньшее значение, чем проблема освоения космоса, околоземного пространства или глубоких недр Земли»¹. В последние годы, в связи с возрождением интереса к понятию «ноосфера», введенному в науку Ле-руа и В. И. Вернадским, задачи инженерной геологии понимаются значительно шире. Е. М. Сергеев полагает, что «инженерная геология изучает земную кору как среду обитания и деятельности человека». Инженерная геология может и должна «взять на себя ответственность за разработку геологических основ преобразования природы»². Воздействие человека на природу, в том числе на твердую земную оболочку (литосферу) становится сопоставимым по масштабу с интенсивностью природных процессов. Возрастает урбанизация природного ландшафта, возникают искусственные ландшафты в районах больших городов, промышленных узлов, крупных карьеров и шахтных полей, каскадов водохранилищ на реках и др. Воздействие на литосферу вызывает как интенсификацию известных ранее процессов, так и возникновение новых процессов и явлений в связи с новыми видами воздействий. Откачка подземных вод, нефти и газа приводит к оседанию земной поверхности на многие метры (Осака, Токио, Мехико, Венеция и др.). В связи со строительством высоконапорных плотин и созданием водохранилищ, фиксируются землетрясения силой до 6—7 баллов, проявляющиеся в ранее асейсмичных районах. Использование в ряде стран «мирных» подземных ядерных взрывов для повышения производительности нефтяных и газовых скважин, закачка в глубоко-залегающие горизонты вредных промышленных отходов и т. п., — все это ставит ряд новых проблем, связанных, в первую очередь, с охраной окружающей среды.

Вполне понятно, что столь сложные и многообразные воздействия на литосферу планеты могут иметь далеко

¹ Сидоренко А. В. Человек, техника, Земля. М., «Недра», 1967, с. 7.

² Сергеев Е. М. О будущем инженерной геологии. — «Вестн. Моск. ун-та, сер. геол.», 1974, № 1.

идущие последствия, которые необходимо предвидеть заранее. Между тем, для многих из перечисленных выше процессов методика исследования и прогнозирования пока не разработана. Важным представляется исходный методологический подход к исследованию этих сложных природных и инженерно-природных систем. Можно выделить в качестве важнейших этапы изучения структуры и функционирования этих систем; прогнозирования их развития в пространстве и во времени; разработки методов их оптимального проектирования и целенаправленного управления ими.

Глава X. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И СОВРЕМЕННАЯ БИОЛОГИЯ

Рассмотрим ряд вопросов, связанных с применением системного подхода в конкретных науках. На наш взгляд, наибольшие перспективы системный подход и метод имеют в неформализованных или слабо формализованных дисциплинах: биологии, геологии, языкознании, педагогике и социологии.

Особенно большое место системный подход занимает в современной биологии. Здесь сфера его применения чрезвычайно широка и многогранна, о чем свидетельствует ряд дискуссий между исследователями различного профиля¹. Поэтому в данной главе мы сознательно ограничиваем многообразие приложений системного подхода в биологическом исследовании рассмотрением его роли и значения лишь в одной области — формировании и развитии теоретической биологии. Исследованием этого вопроса занимался ряд авторов (А. А. Малиновский, К. М. Хайлов, Г. Кастлер, М. И. Сетров, Ю. А. Урманцев, А. А. Олицкий, П. К. Анохин, В. Е. Зайка и др.).

Еще И. Е. Тамм писал о том, что положение в биологической науке напоминает положение в физике в эпоху, непосредственно предшествующую открытию расщепления урана и овладению методами управления атомной энергией. Отмеченная аналогия заставляет идти дальше и современное положение в биологической науке рассматривать как революцию в биологии — подобно тому, как эпоха расщепления урана и овладения методами управления атомной энергией была революцией в физике.

Революционная ситуация в современной биологии вызвана рядом факторов, которые действуют практически синхронно: это выяснение химических основ наследственности, происходящие в современной биологии процессы

¹ См. в сб.: Самоорганизующиеся системы. М., «Мир», 1964; Системные исследования. Ежегодник, 1970. М., «Наука», 1970.

дифференциации и интеграции научного знания, использование в биологии математических методов исследования. Под влиянием этих и ряда других обстоятельств происходит изменение стиля мышления биологов. Активизировавшаяся сейчас разработка теоретической биологии так же, как и попытки разработать биологическую картину мира, оказываются частными проявлениями революции в биологии.

В развитии биологии та ее часть, которая считается теперь теоретической биологией, всегда выступала как такая деятельность естествоиспытателей, где феномен жизни исследовался путем сознательных, рациональных соображений, путем интуитивного обобщения эмпирического материала, либо путем интуитивного подбора для биологического исследования методов и моделей точных наук. Это свидетельствует о стихийном, исподвольном развитии теоретической биологии. Такое развитие связано с разного рода трудностями, которые будут проанализированы ниже. Сейчас же рассмотрим, какие конструктивные шаги для разработки теоретической биологии позволит сделать использование системного подхода.

Теоретическая биология должна быть целостной системой, а не конгломератом частей. Целостные свойства теоретической системы той или иной науки обусловлены способом ее функционирования как целого в более обширной системе — в системе знания данной науки, а часто и за ее пределами — во всей системе человеческого знания. Наряду с этим целостные свойства теории, включающей в свой состав более или менее сложные блоки (подсистемы) знания, а не только лишь отдельные высказывания, обуславливают свойства и функции этих подсистем. В свою очередь, при соответствующем способе организации данные подсистемы обеспечивают функционирование всей теоретической системы в целом. Связь с системным подходом здесь такова, что именно этот метод дает возможность рассматривать какой-либо объект, в данном случае — теоретическую биологию как систему. Только этот метод предоставляет в распоряжение исследователей способ изучения целостности этой системы.

Применение системного подхода для разработки теоретической биологии важно также и в общеметодологическом смысле. В области системных исследований конкретизируются научные представления о связях, а это, в свою очередь, позволяет более успешно анализировать механизмы

биологических явлений. Вот почему современные биологические исследования приобрели еще более глубокий объяснительный, сущностный характер, чем тот, которого можно было добиться прежде.

Наивысшее же требование, которое предъявляется к теории, состоит в том, что она должна иметь объяснительный характер, как можно глубже отражать сущность анализируемого объекта. Именно поэтому ощущается необходимость применить системный подход к разработке теоретической биологии: только подход, способствующий более глубокому проникновению в сущность биологических объектов, может явиться реальной методологической основой теоретических аспектов биологии так же, как и какой-либо другой науки.

Теоретические обобщающие элементы в биологии складываются в моменты тех или других революций в науке. Обобщения Дарвина, например, — во время ломки традиционных телеологических и креационистских представлений о происхождении слоев земной коры, животных и растений. Первые утверждения о том, как известные физические и химические закономерности проявляются на биологическом материале, сложились в конце прошлого и начале нынешнего века в результате работ в этом направлении, проделанных рядом физиков и химиков. При этом изменения биологического мировоззрения наблюдаются в связи с переходом от одного общеметодологического принципа к другому: от креационизма и телеологии к эволюционным представлениям, от традиционного описательного изучения биологических явлений к попыткам использовать физические и химические принципы для объяснения сущности этих явлений.

Современное развитие теоретической биологии связано с проникновением в биологию кибернетики и системного подхода.

Назовем условия, характеризующие особенности современного биологического исследования. Это, во-первых, возможность производить прижизненные исследования ряда параллельно протекающих процессов; во-вторых, сейчас уже оказывается возможным представить состояние организма и его органов и компонентов (в количестве 10^5 — 10^9) в каждый данный момент и их изменение во времени. Благодаря использованию современных физико-химических методов, применению логики и математики, а также

вычислительной техники сейчас можно гораздо полнее исследовать живую систему не как сумму усредненных значений, а как 1) мультикомпонентную систему; 2) как дифференцированное целое, многообразие проявлений которого обусловлено многообразием его компонентов и их взаимодействий. К этим условиям следует причислить также возникновение, развитие и использование учеными представлений об уровнях организации живого — о том, в частности, что жизнь существует не только в форме отдельных организмов, но и состоящих из них непрерывных сложных систем. «Учитывая все это, мы приходим к неизбежному выводу о том, что нужны совершенно новые методологические подходы в этом вопросе»¹.

Наблюдающаяся сейчас активизация в создании теоретической биологии наступила непосредственно после того, когда еще в 30-е годы XX века эту область разрабатывал Э. С. Бауэр². Однако современная активность теоретико-биологического направления не является прямым последствием его деятельности. Эстафета Э. Бауэра утеряна, но его интересные исследования недавно подвергались ретроспективному анализу с точки зрения современного положения в биологии³, и это является залогом использования его опыта в будущих теоретико-биологических разработках. Другая теория, которая долгое время — практически столетие — играла основную роль в теоретическом биологическом мышлении того времени, — это дарвинизм.

Дарвинская теория в определенном аспекте охватывает всю биологию. Этот аспект выявляет течение эволюционного процесса и образование приспособлений, которые характерны для всего живого мира на Земле. Касаясь в таком аспекте всех биологических явлений, дарвинизм, таким образом, оказывается общебиологической теорией.

Но естественно, что охватывая все биологические явления в определенной плоскости, теория Ч. Дарвина не могла включить целый ряд других важнейших аспектов биологии. Это относится и к сущности процессов обмена, и к механизмам наследственности и изменчивости, и к способам регуляции, и к ряду других основных общебиологических проб-

¹ Франк Г. М. Биология, проблемы и перспективы развития. — «Коммунист», 1969, № 8, с. 95.

² См.: Бауэр Э. С. Теоретическая биология. М.—Л., 1935.

³ См.: Токин Б. П. Теоретическая биология и творчество Э. С. Бауэра. М., «Наука», 1963 и 1965 (2-е изд., доп. и перераб.).

лем. Конечно, как и всякая самая широкая теория в любой науке нашего века, дарвинизм еще не представляет собой общую «теорию биологии», которая могла бы представить всю биологическую картину мира, составить всю теорию жизни. Эволюционная теория Ч. Дарвина была экстраполирована на другие небιологические объекты, где представляется сфера действия отбора и возможность эволюционных процессов. Сделанные экстраполяции обязывают нас отметить необходимость учитывать отличие естественного отбора, понимаемого в смысле Ч. Дарвина, от отбора в более широком смысле. «Отбор вообще» уничтожает или перемещает объекты. Естественный же отбор для своего протекания требует, чтобы в системе, где он действует, непрерывно происходило самовоспроизведение форм, выживших в процессе отбора. Этот фактор, в свою очередь, обеспечивает и усложнение и совершенствование биологической организации.

Внимание исследователей во всей биологии после Ч. Дарвина было сосредоточено почти исключительно на проблемах происхождения приспособлений. Поэтому дарвинизм долгое время имел общебиологическое значение. Сейчас изучение этой проблемы пошло по линии детализации дарвинизма и происходит в рамках микроэволюционных исследований, которые выделились в частное биологическое направление¹. Каждая частная теория в биологии может объяснить лишь определенный круг явлений. Это создает вполне естественную ограниченность частных теорий, обедняет их объяснительную силу в случае их применения ко всей совокупности биологического знания.

Попытки распространить те или другие частные теоретические построения на более широкий круг объектов так или иначе приводят иногда к серьезным ошибкам. От неправомерного расширения сферы действия частных биологических теорий предостерегал еще Н. А. Умов, считая неправомерным чрезмерное расширение объяснительного смысла дарвиновской теории². Исследования Ч. Дарвиным того, как возникают приспособления, привели к изучению проблем,

¹ См.: Г е л т н е р В. Г. Столетие дарвинизма и книга Э. Майра. Вступительная статья.— В кн.: Зоологический вид и эволюция. М., «Мир», 1968, с. 5.

² См.: У м о в Н. А. Эволюция мировоззрений в связи с учением Дарвина. Дополнительная статья к книге К. Штерне «Эволюция миров». М., Товарищество «Мир», 1909.

связанных, в конечном итоге, с развитием органического мира. При этом вне поля зрения оказались все явления, изучение которых, в первую очередь, зависит от выяснения способов их организации и типов структуры.

Другой вопрос, откуда в дарвинизме столько объяснительных возможностей, что эта теория долгое время служила объяснительной для значительного круга биологических явлений? Для его выяснения следует изучить соотношение дарвинизма и принципов системного исследования, так как Ч. Дарвин рассматривал проблему приспособлений, исходя из единства организации и развития биологических систем. Необходимость совершенно новых методологических подходов к анализу биологической активности, о которой писал Г. М. Франк, так же, как и наблюдающаяся сейчас активность в разработке теоретической биологии, вызвана фронтальным изучением в биологии структуры биологических систем, исследованием связей, на основании которых они организованы. Это направление исследований отличает современную эпоху в области биологии от предыдущей. Пути применения системного метода и полученные благодаря этому результаты имеют широко известные литературные воплощения, на которые мы уже ссылались на первой странице данной главы. Его распространение в биологии, кроме изучения связей, основано еще на конструктивности и операционалистичности этого подхода, в отличие от интуитивности исследований, которая часто допускалась в прежней методологии биологического исследования.

Конструктивность и операционалистичность применения системного подхода для разработки теоретической биологии определяется тем, что использование его эвристических возможностей позволяет сознательно выявить составные части теоретической биологии.

Для того чтобы принципиально договориться о содержании теоретической биологии, можно пойти двумя путями. Один из них, наиболее легкий, состоит в выделении из биологии тех ее сторон или аспектов, которые выполняют теоретические функции и этим соответствуют определению теоретической биологии. Общепринятых определений здесь не существует, и поэтому такой путь, по-видимому, неприемлем.

Другой путь состоит в применении к поднятому вопросу методологии системных исследований. Анализируя всю систему биологических знаний в целом и зная, какие

вообще требования предъявляются к теоретическим аспектам науки, следует из разнообразных частных биологических теорий выделить те их элементы, которые соответствуют признакам теоретического. Таким образом, используя материалы биологической истории и современных биологических исследований, можно выделить элементы биологической деятельности, которые выполняли и выполняют теоретическую по отношению к исследовательской практике роль. Эта операция позволяет обрисовать ряд функций теоретической биологии.

1. Прежде всего теоретическая биология должна выполнять функцию *организации эмпирических фактов*: их отбор, систематизацию, классификацию. Это вызвано необходимостью как-то обобщить, упорядочить и систематизировать уже накопленный эмпирический материал биологии. Упорядоченность в материале создавалась исследователями и в прошлые эпохи развития биологии. При этом многими классификаторами использовались для обобщающих теорий искусственные, подчас прямо креационистские, или в той или другой степени естественные принципы. Ж. Кювье, например, систематизировал известный ему палеонтологический материал с точки зрения теории катастроф и представлений о различных планах строения.

2. Реализация этой функции предполагает *разработку языка теории*, который дает возможность описывать биологический материал в терминах самой теории. Так, например, исходными терминами «Системы природы» К. Линнея были названия органов цветка. С тех пор в некоторых аспектах ботанического исследования для систематического описания собранного материала используется терминология К. Линнея в качестве базисных категорий. Значит, *описание* — это интерпретация фактического материала в терминах того языка, которым пользуется и который формулирует данная теория.

3. Теоретическая биология должна носить объяснительный характер. Теория приобретает объяснительные возможности только тогда, когда она начинает оперировать законами. Объяснить происхождение видов, например, удалось лишь тогда, когда Ч. Дарвин на языке теории выразил закономерности естественного отбора: борьбу за существование, отбирающие факторы и др. На этом основании его теория приобрела объясняющую силу. Таким образом, выделение, формулировка, а в некоторой степени и формализация

биологических законов и принципов позволяют уже не только описывать, но и объяснять, исходя из них, ряд известных и вновь открываемых фактов. Значит, объяснение — это такая интерпретация фактов, которая осуществляется не только в терминах языка теории, но и при помощи законов, сформулированных на этом языке.

4. Теоретическая биология должна способствовать выводу новых эмпирических закономерностей и принципов, выявлению новых фактов. «В естествознании,— писал Н. К. Кольцов,— значение каждого учения, каждого воззрения определяется не только тем, поскольку оно объясняет уже известные в науке факты, но также тем, поскольку оно может содействовать открытию новых фактов»¹. Отлично выполнил это Н. И. Вавилов на основании открытого им закона гомологических рядов в наследственной изменчивости². Примером поиска эмпирических закономерностей, идущих от теории, является обоснование поли- и изоморфизмов в науке о живой и неживой природе, выполненное Ю. А. Урманцевым³. В этом, собственно, и состоит эвристическая функция теории.

Кроме того, теоретическая биология может приобретать эвристическое значение благодаря использованию логических схем и абстрактных моделей, так как «логические схемы и абстрактные модели являются гораздо более эффективным средством открытия неизвестных фактов, чем слепой эмпирический поиск»⁴.

5. Теоретическая биология должна способствовать не только отысканию нового эмпирического знания, но и, предсказывая наиболее перспективные пути развития биологической науки, выполнять функцию организации и планирования биологических исследований.

6. Язык теоретической биологии должен содержать в себе определенную долю формализованных элементов, чтобы разрабатывать абстрактные модели биологических систем и процессов, выражать некоторые биологические законы в таком виде, который позволит правильно ставить задачи,

¹ Кольцов Н. К. Исследование о форме клеток. Б. м., 1905.

² См.: Вавилов Н. И. Избранные произведения в 2-х томах, т. 1. Л., «Наука», 1967.

³ См.: Урманцев Ю. А. Поли- и изоморфизм в живой и неживой природе. — «Вопросы философии», 1968, № 12.

⁴ Macsklin M. and R. Theoretical Biology. A statement and defence. — «Synthese», т. 20, N 2.

корректно разрешать их в логическом отношении, производить расчеты, ставить прогнозы и решать многие другие теоретические и практически важные биологические проблемы. Примером этому могут служить закон Гомперца, развитие этого закона Мейкхемом, математические модели В. Вольтерра, А. Лотки, Г. Гаузе, Н. Рашевского и др. В соответствии с задачами данной функции мы ограничиваемся только замечаниями о функциональном значении формализованного языка теоретической биологии. Но следует иметь в виду, что язык теоретической биологии должен содержать в себе не только формализованные элементы, а еще и средства содержательного описания и объяснения биологических систем и явлений.

7. Функцией теории является также и разработка системы методов исследования. Эту функцию теоретической биологии можно назвать методологической. Всем памятно, например, ожесточенные споры о правомерности применения в биологическом исследовании методов физики и химии. Эти споры продолжались, пока не возникла теория уровней организации живой материи, которая показала существенность молекулярного уровня организации жизни и необходимость использовать физико-химические методы для его исследования.

Кроме того, выделение такой функции поможет определить соотношение теоретической биологии и теории биологических систем, которое обсуждалось на встрече-дискуссии «Системный подход в современной биологии» 11 и 12 декабря 1968 года в Институте истории естествознания и техники¹. Сами принципы использования системного подхода в биологии, формулировка этих принципов, исследование свойств и параметров биологических систем, перечисление системных биологических закономерностей становятся достоянием теоретической биологии, потому что все эти элементы выполняют методологическую функцию для конкретного изучения биологических систем.

В то же время выделение и исследование различных типов биологических систем и их структур, построение иерархий этих типов, выявление и изучение системных закономерностей в биологии и параметрическое описание биологических систем является содержанием конкретно-биологической

¹ См.: Системные исследования. Ежегодник, 1970. М., «Наука», 1970.

дисциплины — теории биологических систем (ее еще называют системной биологией или биокibernетикой, хотя в последней, согласно определению кибернетики, речь должна идти только о типах управляющих биологических систем).

Кроме этих задач, которые определены и перечислены выше, теоретическую биологию должны слагать еще какие-то, которые станут ясными в процессе развития теоретической биологии. Названные же вместе с другими задачами и аспектами должны решаться не как отдельные, а как некоторая система задач. Дальнейшее исследование позволит выяснить их взаимоотношения, тем самым мы узнаем элементарные отношения в системе. Кроме того, необходимо найти такое общее свойство, которое является характерным для всех отношений, связывающих различные задачи теоретической биологии. Формулировка подобного свойства и будет определением теоретической биологии.

Как мы видим, задачи теоретической биологии, отдельные ее аспекты — это элементы некоторой системы, определение — системообразующее свойство для системы теоретической биологии, при помощи которого систематизируются ее задачи и аспекты. Кроме того, системообразующее свойство позволит предположить, какие еще элементы могут составить основу теоретической биологии, отчасти такое предположение определяет методологические пути дальнейшего поиска. Элементарные отношения, которые следует выяснить, свяжут между собой различные задачи теоретической биологии — так каждый учебник начинается с параграфа, в котором выясняется связь излагаемой в этом учебнике науки с другими науками.

Теоретическую биологию можно разработать, используя в качестве элементов не только формулировки ее функций, т. е. некоторые суждения о задачах теоретической биологии. Анализ структуры и функций этой дисциплины позволяет построить блок-схему, в которой зафиксированы места и взаимоотношения различных подсистем теоретической биологии.

В системе эмпирической биологии всегда есть некоторая совокупность выдвигаемых потребностями практики и познания задач, которые требуют теоретического обоснования и решения. Естественно, что при этом необходима переформулировка задач на языке самой теоретической биологии. Поэтому в системе теоретической биологии следует допу-

стить существование такой подсистемы, которая бы выполняла функцию как отбора теоретических задач, выдвигаемых потребностями эмпирической биологии, так и выражения их в более или менее стандартной для данной теории форме; смогла бы как-то обобщить и упростить эти задачи; идентифицировать их с некоторым типом проблем, уже характерным для теоретической биологии; как-то их классифицировать и на всей этой основе выдвигать новые проблемы. Эта подсистема ответственна за выбор критериев, по которым происходит отбор эмпирических фактов, определяется их соотносительность с проблематикой теоретической биологии.

Исходя из задач функционирования, данная подсистема выступает как совокупность общих (и потому исходных) понятий о биологической реальности, биологических категорий, общих системных представлений, принципов, установок, конструкторов и т. д. Благодаря этому такая подсистема выполняет в системе теоретической биологии роль ее оснований. К таким основаниям теоретической биологии можно отнести, например, исследование корреляций в биологических системах.

Для целостных биологических образований характерно большое число взаимодействий между составляющими их элементами, процессами и механизмами. Анализ корреляций в целостном биологическом образовании показывает, что их многообразие описывается статистическими закономерностями, а не сводится только к классической форме причинно-следственной связи. Поэтому естественно предположить, что в рамках системного исследования биологических явлений возникает задача выявления и изучения других форм связей и взаимодействий, на основании которых возникают исследуемые биологические корреляции.

Полное описание активности биологических систем можно получить только при учете возможно большего числа параметров, характеризующих различные состояния биологической активности. Кроме того, для изучения биологической активности предоставляется существенным исследовать не только разнообразные соотношения между различными биологическими явлениями, но и те корреляции, которые устанавливаются при соотношении различных параметров, используемых нами в исследовании.

Одновременный учет всех корреляций, на основании которых проявляется биологическая-активность, необходим,

в частности, в процессе медицинского диагностирования. Если рассмотреть болезнь как некоторую систему, то симптомы болезни мы вправе анализировать в качестве параметров этой системы. Применяя системный подход к постановке диагноза, можно выявить корреляции признаков, которые составляют картину болезни: какие из симптомов функционально связаны с патологическим состоянием, а какие, возникнув на основании первичных симптомов, являются только информаторами о них.

Можно было бы рассмотреть ряд примеров — соотношение фенотипа и генотипа, морфологии и микроэволюции и др., которые свидетельствуют о том, что изучение корреляций в биологических системах представляет материал для подсистемы «основания теоретической биологии». В некоторых случаях для исследования корреляций в биологических системах интересно применить метод параметрической их оценки.

В частности, нетривиальные результаты можно было бы получить от применения системных параметров при изучении различных симбиозов. В эмпирической биологии известны многочисленные формы сожительства организмов — представителей различных видов растений и животных. Эти сложные образования были выделены только благодаря наблюдательскому таланту первооткрывателей, которые в каждом отдельном случае проявляют способность интуитивно определять связи между симбионатами, что позволяет им тонко различать даже очень похожие формы симбиозов, одновременно затрудняя повторение их описания натуралистам-последователям.

В современной биологии возможно произвести классификацию симбиотических образований в зависимости от типов пищевых взаимоотношений между их компонентами¹. Но при такой классификации возникает определенная трудность: бывает трудно установить, к какому конкретному типу относится тот или другой вид симбиоза именно в связи с тем, что корреляции между его компонентами формально остаются неопределенными. Подобная трудность окажется преодолимой, если ряд корреляций, характерный для каждого симбиоза в целом, не будет нами только интуитивно подразумеваться, а станет явно выраженным.

¹ Dieter Matthes. Die Terminologie interspezifischer (heterotypischer Beziehungen). — «Zool. Aus.», 1967, b. 179, N 5—6.

Этого можно добиться в рамках системного исследования симбиозов, произведя их параметрическую оценку, которая осуществляется с использованием дихотомически различающихся значений системных параметров. При том условии, что будут известны различные корреляции, возникшие между компонентами в процессе становления тех или других симбиозов, отдельные виды этих последних будут различаться не только интуитивно, но и при каждом отдельном сравнении, а также еще при помощи установленного ряда корреляций, специфических для того или другого вида симбиоза.

Современные условия, в которых разрабатывается теоретическая биология, характеризуются образованием мостиков между науками, их взаимосвязью. Поэтому даже теоретически нельзя ожидать, чтобы терминология разных наук не была ими заимствована друг у друга. А, значит, чтобы теоретическая биология не выступала частью физики или химии, следует применить некоторые методы и средства из определенной метатеории — при условии, что такая метатеория будет общей как для физики и химии, так и для биологии и социологии.

Такой метатеорией может оказаться общая теория систем. Почему же общей теории систем подходит роль кладовой, из которой теоретическая биология будет черпать материал в случае языковых затруднений — или же куда она будет делать вклады в случае языковых находок.

Во-первых, потому, что общая теория систем возникла как раз благодаря тенденции взаимопроникновения наук, образования различных интертеорий. В этом процессе мосты между отдельными областями знаний возникли не только в связи с изучением различными науками одинаковых сущностей, или благодаря использованию различными науками одинаковых методов, но также и на основании языковых заимствований.

Во-вторых, общая теория систем, по предложению Л. фон Берталанфи, должна иметь черты «новой логико-математической дисциплины, которая, будучи формальной операциональной схемой, может прилагаться к решению задач самых разнообразных областей знаний — к физическим, биологическим и социальным системам»¹. Общая теория

¹ Bertalanffy von L. An Outline of general System theory. — «The Brittish Jorنال for Philosophy of Science», b. 1, 1950, p. 139.

систем ищет, строит такую логико-методологическую конструкцию, при помощи которой окажется возможным формализованно подойти даже к исследованию свойства целостности, являющегося основным для изучения сущности биологических систем¹. Но следует помнить, что логико-математический аппарат, разрабатываемый общей теорией систем, имеет только общий характер. Этот аппарат нельзя будет применять в какой-либо конкретной области — скажем, в биологических исследованиях, без определенной трансформации.

Теоретическая биология должна выработать (и в этом состоит одна из ее функций) некоторые приемы и принципы, которые позволят выяснить, адекватен ли этот аппарат сложности биологических систем, можно ли пользоваться им в принципе. Ведь специфика биологических систем состоит не только в их высокой мере целостности и сложности по сравнению с системами неживой природы, а еще определяется тем, что многие биологические процессы проявляются не так, как процессы неживой природы или социальной жизни. Например, модель предвидимого будущего у биологических и социальных систем создается по-разному².

Только потом, после модификации предполагаемого общего языка, приспособления его к биологической специфике какую-то часть этого аппарата, его фрагмент можно будет использовать в биологических исследованиях.

¹ См.: Ланге О. Целое и развитие в свете кибернетики. — В сб.: Исследования по общей теории систем. М., «Прогресс», 1969; Дьяков В. А. Об одном способе определения релятивной меры целостности биологических систем. — В кн.: Системный метод и современная наука. Новосибирск, Изд-во Новосибир. ун-та, 1971.

² См.: Анохин П. К. Философский смысл проблемы естественного и искусственного интеллекта. — «Вопросы философии», 1973, № 6. Гансова Э. А., Дьяков В. А. Формирование смысла ценностных категорий и значение этого принципа для создания искусственного интеллекта. — В сб.: Семантические вопросы искусственного интеллекта. Киев, 1975. (о-во «Знание» УССР).

Глава XI. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ЛИНГВИСТИКЕ

§ 1. К истории системного подхода в языкознании

Идеи системного подхода к языку, как известно, имеют длительную историю, однако в качестве основополагающего принципа лингвистических исследований они были реализованы в рамках структурализма и, прежде всего, в концепциях Ф. де Соссюра и пражцев. Так одним из существенных методологических требований нового подхода к языку Ф. де Соссюр считал выбор в качестве главного направления исследования путь от сложного единства к составляющим элементам. Противоположное направление — от элементов к целому, — по его мнению, может дать лишь знание о сумме элементов языка, но не о языке как системе. Э. Бенвенист не без оснований оценивает эту идею Ф. де Соссюра как содержащую в зародыше всю суть «структуральной» концепции¹.

Легко показать, что указанная мысль основоположника структуральной лингвистики вполне согласуется с принятым выше пониманием системного подхода: и тут, и там предполагается переход от некоторых фиксированных целостных характеристик — свойств, отношений — к элементам (сокращенно это обозначалось как $P \rightarrow (R) P \rightarrow m$). В противоположность этому, традиционная лингвистика основное внимание уделяла исследованию элементов языка и последующему обобщению полученной информации, т. е. направлению $m \rightarrow P \rightarrow R$.

Очевидно, оба эти направления одинаково правомерны, более того, системный подход возможен лишь на основе материала, полученного по схеме $m \rightarrow P \rightarrow R$. Поэтому попытки резкого противопоставления этих подходов, а тем более устранение одного из них, несостоятельны. Впрочем сторонники пражской лингвистической школы, на наш взгляд, наиболее близкой к системному движению в русле

¹ См.: Бенвенист Э. Общая лингвистика. М., «Прогресс», 1974, с. 61.

структурализма, понимали это достаточно отчетливо. Решающее значение при выборе направления исследования, с их точки зрения, имеет фиксация исходных целей исследований, в частности, изучаемых языковых функций. Говоря об отличии фонетики от фонологии, Б. Трнка обращает внимание на сосуществование двух направлений анализа: «Фонетик предполагает языковую систему и стремится к исследованию ее индивидуальной актуализации, фонолог же исследует, что в индивидуальной речи является функциональным, коллективно важным, и устанавливает элементы, определяемые по их отношению к целой языковой системе»¹.

Поскольку основные направления структурализма так или иначе являются преемниками идей Ф. де Соссюра (правда, толкование этих идей давалось самое различное), остановимся на общей характеристике его концепции, а вернее, на том ее аспекте, который позволяет говорить о системном подходе Ф. де Соссюра к языку.

Теоретические разработки Ф. де Соссюра и последовавшая за ними исследовательская практика лингвистического структурализма показали, что изучаемый объект имеет свойства, характеристики, не сводимые к эмпирическим данным, что описание его только со стороны результатов речевой деятельности не дает объяснения способности человека при ограниченной памяти к продуктивному выражению новых мыслей и обозначению новых предметов без нарушения взаимопонимания.

Методологический смысл центрального в учении Соссюра понятия «система»² эксплицируется автором с помощью принципов целостности, имманентности, примата синхронии и реляционного подхода.

Принцип целостности заключается в утверждении несуммативности целого, взаимосвязанностей частей, в признании примата целого над элементами (это проявлялось, как было указано выше, в требовании идти в исследовании языка от целого к элементам).

Принцип имманентности в его общем смысле у Ф. де Соссюра и его последователей означал взгляд на орудие,

¹ Цит. по моногр.: Основные направления структурализма. Под ред. Гухман М. М. и Ярцевой В. Н. М., «Наука», 1964, с. 61.

² Само отсутствие термина «структура» в качестве программного у основоположника лингвистического структурализма является симптоматичным фактом, который не следует игнорировать при определении научного статуса учения Ф. де Соссюра.

каким является язык, со стороны его внутренней организации. Отсюда следует положение Ф. де Соссюра о «непрозрачности» языка в плане обозначения действительности — об отсутствии почленного параллелизма, однозначного соответствия каждого элемента плана выражения определенному элементу плана содержания.

Этот принцип часто истолковывается как требование отвлечения от всех «внешних», внелингвистических факторов. Согласиться с этим можно лишь при некоторых уточнениях. «Внешним» Ф. де Соссюр считал несущественное, которое надо элиминировать (нерелевантное). Различение релевантного (существенного) и нерелевантного (несущественного) в процессе анализа лингвистических данных зависит от выбора «угла зрения». С точки зрения Ф. де Соссюра, аспектом, в котором может и должен быть исследован язык как система, является семиотический аспект. Язык представляет собой систему именно в семиотическом плане — это система средств для кодирования и декодирования сообщений с помощью знаков. Все остальные аспекты языка, если даже они окажутся важными при другом «угле зрения», относятся к числу внелингвистических. Если отождествить выбор «угла зрения» с фиксацией системообразующего отношения, то соссюровское понимание системы становится весьма близким к излагаемому в данной работе. Методологически важным требованием в таком случае является требование избегать абсолютизации какого-либо одного «угла зрения», ибо лишь отражение диалектического единства разных сторон объекта, их взаимосвязи являются плодотворными. Поскольку возможны разные «углы зрения» и, следовательно, разные системные модели языка, возникает потребность в изучении иерархии, взаимодействия, взаимопревращения разных моделей (и разных функций) языка.

Принцип примата синхронии по отношению к диахронии достаточно много обсуждали в литературе. Он выступает часто как антитеза сравнительно-исторического метода в языкознании, как реакция на его привилегированное положение. Типичный для старого языкознания элементаристский подход к процессу развития языка и к сравнению языков действительно не являлся достаточно эффективным. Объект как система может быть уловлен в «моментальном срезе» реально существующего, доступного для изучения целого, в его функционировании. Такой подход кажется разумным, ибо понять, как нечто изменяется, можно лишь

после того, как выяснено, что изменяется. Однако абсолютизация независимости синхронического и диахронического аспектов противоречит диалектическому подходу к процессу познания. Хотя Ф. де Соссюр осознавал относительность принципа примата синхронического плана исследования, его предварительный и вынужденный для определенного этапа развития науки характер, все-таки альтернатива синхронии-диахронии им нередко абсолютизировалась: языку в плане развития Ф. де Соссюр отказывает в системности. Эта непоследовательность Ф. де Соссюра позже не получила должной критической оценки, напротив — противопоставление структурного и системного методов сравнительно-историческому получает широкое распространение. Между тем, не вызывает сомнения факт, что выделяются эти методы по разным основаниям, а потому их противопоставление не правомерно: как диахронический, так и синхронический аспекты могут изучаться и на основе системного, и на основе элементаристского подходов. Соответственно, системный метод может быть использован при сравнительно-историческом исследовании и при синхроническом подходе.

Принцип реляционного подхода означал понимание элементов — эмпирически выявляемых дискретностей — как членов отношений. Выдвинув этот принцип, Ф. де Соссюр конкретизирует его в виде требования одновременной фиксации эмпирических дискретностей как элементов отношений двух родов: синтагматических (линейной последовательности) и парадигматических (функциональной заменимости). Принцип реляционного подхода вытекает, по существу, из принципа целостности: требование подходить к элементам с точки зрения их места в целом превращается в принцип реляционного подхода, если целое характеризуется главным образом через некоторое отношение (набор отношений).

По-видимому, такое понимание целого не является единственно возможным (введенное выше действенное определение понятия системы предполагает интегративные характеристики системы, являющиеся свойствами, а не отношениями (см. § 2 гл. I). С другой стороны, далеко не все элементы субстрата системы могут быть непосредственно сопоставлены системообразующим отношением и, далее, не все свойства элементов, сопоставленных системообразующим отношениям, могут зависеть от этих отношений. Поэтому аб-

солютизация реляционного подхода приведет, по всей вероятности, к замене системного метода структурным. В самом деле, при системном подходе, как указывалось выше, используются характеристики системы, связанные со свойствами элементов, с отношениями между элементами, с одной стороны, и структурой системы, с другой, и т. д. Структурный же подход предполагает анализ отношений самих по себе.

Таким образом, если принципы целостности и имманентности (при соответствующих оговорках) выражают существо системного подхода Ф. де Соссюра к языку, то принципы примата синхронии и реляционного подхода, хотя и связаны с системным подходом, не выражают его спецификации. Так, акцентирование внимания на синхроническом и структурном аспектах языка в исследованиях копенгагенской школы структурализма дает основание говорить в данном случае не о системном, а о структурном подходе к языку. У Ф. де Соссюра принцип реляционного подхода выступает в комплексе с другими и подчинен принципам целостности и имманентности.

В концепции Ф. де Соссюра намечается два плана системного подхода к языку — аспект «воссоздания» и аспект «прослеживания». Наиболее разработанным в его теории оказался первый аспект, что выразилось в стремлении к формализации, к созданию аксиоматической, достаточно жесткой по отношению к естественному языку модели. Методологическая значимость принципов Ф. де Соссюра для изучения реального функционирования языка (второй аспект) также не вызывает сомнения.

Системные идеи в лингвистике претерпели определенную эволюцию соответственно эволюции лингвистического структурализма в целом (в нашем понимании, то, что обычно называют лингвистическим структурализмом, — это совокупность направлений, включающих и системный, и структурный подходы). Известны три этапа структурализма: таксономический или уровневое моделирование (пражская, американская и копенгагенская школы); трансформационные грамматики (Н. Хомский и др.); парадигматический, или семантический анализ (К. Леви Стросс, Гринберг и др.).

Если на этих этапах выделить уровни освоения языка как системы, то можно фиксировать такую последовательность познавательных процедур: вычленение системообра-

зующих отношений и нахождение элементов системы; изучение функционирования системы путем установления определенных отношений между состояниями элементов; установление системы отношений между подсистемами языка.

Первые два этапа исходили из предпосылки о двухслойности языковой системы, проявляющейся в различении плана содержания и плана выражения. Однако практически в качестве детального исследуемого выступал лишь один из этих слоев (как правило, план выражения). Третий этап ставит своей задачей раскрыть механизм взаимоперехода плана содержания и плана выражения (что проявляется, например, в стремлении исследовать взаимопереводимость глубинных и поверхностных структур).

Само по себе требование эксплицировать общие предпосылки лингвистического исследования — сформулировать исходные принципы и наметить пути их реализации представляет научную ценность. Ибо, как справедливо отмечал Л. Ельмслев, результаты анализа в значительной степени зависят от выбранного основания, изменяются со сменой основания¹. Это накладывает определенные методологические обязательства на современного исследователя языка. В рамках системного подхода к языку это конкретизируется в требовании обоснованного выбора системообразующих отношений и свойств.

В качестве таковых марксистско-ленинское языкознание использует, как правило, функции языка в обществе — наиболее существенные его характеристики, связанные с его ролью орудия познания и коммуникации. Это позволяет избежать крайностей в виде релятивизма, формализма и т. п. характерных для теоретических рефлексий ряда современных структуралистов, а также правильно использовать позитивный опыт, накопленный в языкознании.

Есть все основания говорить о плодотворности системного подхода к языку. В частности, по нашему глубокому убеждению, именно системный подход может конкретизировать положение о социальной детерминированности языка, с одной стороны, и его потенциальных возможностях, тенденциях развития, с другой. К сожалению, философские исследования в этой области ведутся недостаточно интенсив-

¹ См.: Ельмслев Л. Прологомены к теории языка. — В сб.: Новое в лингвистике, вып. 1. М., Изд-во иностр. лит., 1960.

но, хотя их актуальность не вызывает сомнения ни с точки зрения современной лингвистики, ни с точки зрения социологии, ни с точки зрения задачи критики идеалистических спекуляций вокруг проблемы языка, его роли в познании и в обществе.

§ 2. Современная лингвистика и теория систем (обзор проблем)

Несмотря на то, что лингвистика является пионером среди наук в отношении разработки и практического применения системного подхода, нельзя сказать, что имеется единая концепция относительно места, содержания и значимости системного метода в современных исследованиях языка. Об этом свидетельствует, в частности, разноречивость в понимании таких фундаментальных терминов как «структура», «система»¹. Одним из следствий этого является отсутствие разграничения между системным и структурным методами. Например, в число основных целей структурного анализа авторы монографии «Общее языкознание» включают требование выделения «существенных (семиологически значимых) признаков выражения и содержания»². Между тем, в другой части того же издания можно встретить верное, на наш взгляд, понимание структуры как совокупности отношений без учета свойств элементов этих соотношений³. Если же фиксируются семиологические отношения, а затем сквозь призму этих отношений «отбираются» признаки языковых единиц, то, очевидно, речь идет здесь не только о структурном, а и о системном подходе к языку.

Подобная несогласованность в понимании исходных понятий и методов присуща современной лингвистике не случайно. Одной из причин является недостаточно высокий уровень теоретико-системных исследований. Заслуженным является упрек, что во многих работах по общей теории систем понятия системы и структуры не различаются: и то, и другое трактуется как набор элементов с отношениями

¹ Мельничук А. С. Понятие системы и структуры языка в свете диалектического материализма. — «Вопросы языкознания», 1970, № 1.

² См.: Общее языкознание. Методы лингвистических исследований. М., «Наука», 1973, с. 171.

³ См.: Общее языкознание. Внутренняя структура языка. М., «Наука», 1972. гл. 1.

между ними¹. Безусловно, тесное сотрудничество лингвистов и специалистов по теории систем было бы весьма целесообразно: с одной стороны, существует целый ряд интересных идей, выдвинутых в лингвистике, значение которых выходит за пределы одной научной дисциплины, с другой — роль методологических исследований на общенаучном уровне все более возрастает.

Вариант теории систем, излагаемый в настоящей работе, по нашему мнению, может оказаться небесполезным для уточнения и решения ряда методологических проблем современной лингвистики.

Изучение языка как системы предполагает три этапа. На первом фиксируется системообразующее свойство, удовлетворяющее целям исследователя или существенное с точки зрения функционирования изучаемого объекта (дизъюнкция не исключаящая). Скажем, для естественного языка в качестве такого свойства может быть зафиксировано требование более оптимально выполнять коммуникативную функцию. Для каждого из создаваемых искусственных языков всегда фиксируется наиболее желательное свойство, определяемое целями применения: например, один из существующих языков программирования предназначен для описания взаимодействия последовательных процессов, другие — для обработки записей, третьи — для моделирования систем с дискретными событиями. Во всяком случае, применение одного и того же языка программирования для решения этих разных задач ведет к его соответствующим модификациям.

На втором этапе системообразующее свойство интерпретируется на множестве некоторых отношений, релевантных этому свойству, т. е. иными словами, фиксируется структура системы. Структура языка как системы, существующей для целей коммуникации, должна, согласно этому требованию, включать далеко не все отношения между элементами, а лишь наиболее удовлетворяющие системообразующему свойству. К числу таких отношений в языке относят, например, синтагматические и парадигматические отношения между языковыми единицами. И, наконец, третий этап заключается в фиксировании субстрата системы, т. е. в на-

¹ Эта трудность отмечается, в частности, в гл. 1 указанной выше книги «Общее языкознание. Внутренняя структура языка». М., «Наука», 1972.

хождении такого конкретного множества элементов, на которых интерпретируется совокупность отношений, составляющих структуру системы. В случае языка речь идет, следовательно, о нахождении таких его элементов, которые сопоставлены синтагматическими и парадигматическими отношениями.

В результате осуществления этих трех процедур выявляется множество элементов, отношения между которыми обладают некоторым заранее фиксированным свойством. Это и есть **система**. Подобное понимание системы вполне адекватно некоторым представлениям, существующим в лингвистике¹.

Лингвистические модели, предполагающие понятие детерминанты², по-видимому, также хорошо согласуются с этим подходом, ибо между детерминантой и системообразующим свойством существует явная аналогия.

Сформулируем некоторые проблемы, исследование которых, на наш взгляд, может быть осуществлено в рамках изложенной выше параметрической теории систем.

1. Прослеживание влияния общих методологических оснований на построение лингвистических теорий. В частности, явно или неявно принятие определенных философских и логических предпосылок (категорий, законов, принципов) может выступать в качестве детерминанты конкретных свойств и отношений лингвистической модели. Показать, как это происходит, используя язык теории систем, было бы весьма полезно.

2. Исследование функций языка как системы. Типичный недостаток существующих работ по этому вопросу — перечисление различных функций языка как существующих наряду друг с другом; связь их подразумевается, но какова она — не исследуется в достаточной степени полно и последовательно³.

3. Дифференциация и последующая классификация различных языковых моделей в зависимости от того, какая (или какие) языковые функции или характеристики фикси-

¹ См.: Виноградов В. А. Всегда ли система системна? — В сб.: Система и уровни языка. М., «Наука», 1969; Общее языкознание. Система и структура языка. М., «Наука», 1972, с. 8—82.

² См.: Общее языкознание. Методы лингвистических исследований. М., «Наука», 1973, с. 243.

³ Вопрос об этом ставится, например, в кандидатской диссертации Т. А. Тарасенко. — См.: Тарасенко Т. А. Регулятивный аспект социального функционирования языка. Одесса, 1975.

руются в качестве ведущих, системообразующих. Такой подход дал бы, вероятно, возможность не ставить, например, вопрос о том, что является основной единицей языка — слово, предложение или иная форма, а уточнить, при каких исходных принципах, для каких функций или аспектов языка основным элементом языка является слово, при каких — предложение, при каких — нечто иное и т. д.

4. Сопоставление естественного языка с другими знаковыми системами по их системным характеристикам (например, по параметрическим характеристикам). Существующие мнения о специфике естественного языка, как правило, базируются не на целостных характеристиках языков, а на сравнении их отдельных элементов, свойств этих элементов и их структур.

5. Разработка общей классификации языков, построенной на базе теории систем. В силу своей общности такая классификация позволяла бы упорядочить определенным образом и искусственные, и естественные языки.

6. Разработка системных концепций развития языка. Например, выделение и анализ процессов перехода изменений субстрата системы в изменения структуры системы, обусловленных лингвистическими факторами. Исследования взаимосвязей между развитием функций, целевых установок языка и его структуры и т. д.

7. Изучение «сопротивляемости» или «подчиняемости» языкового материала тем или иным его системообразующим характеристикам, целевым установкам и т. п. Эффективное использование языка в научной, воспитательной, идеологической работе предполагает не только учет влияния наших целей, деятельности мышления на использование языка, его средств, но и обратное влияние — влияние возможностей, специфических особенностей используемых языковых единиц и структур на полноту и качество достижения человеческих конкретных целей. Анализ гипотезы лингвистической относительности¹ средствами теории систем являлся бы частным случаем решения этой проблемы.

¹ О возможности различных интерпретаций гипотезы лингвистической относительности см., например: Б р у т я н Г. А. О гипотезе Сепира—Уорфа. — «Вопросы философии», 1969, № 1; а также В а с и л ь е в С. А. Философский анализ гипотезы лингвистической относительности. Киев, «Наукова думка», 1974.

8. Выделение системных параметров языка как такового, с одной стороны, и различных лингвистических моделей, с другой. Заслуживает внимания изучение в качестве такого параметра **простоты** (сложности) как языка, так и лингвистических теорий. Является ли принцип простоты существенным регулятором функционирования языка и существенным свойством лингвистической теории? На этот счет в литературе существуют самые разноречивые мнения.

С одной стороны, понятие простоты-сложности широко используется как для оценки лингвистических теорий и их компонентов, так и для анализа различных сторон языка. Более того, существует точка зрения, согласно которой одним из основополагающих принципов строения языка является принцип экономии¹. С другой стороны, существует и иное мнение. Р. А. Будагов считает вывод о действии в языке принципа экономии «результатом антисистемного понимания языка»² и приводит ряд доводов, смысл которых состоит в следующем: сокращаясь в одних сферах, язык обычно расширяется в других, таким образом, можно говорить об экономии в отдельных словах, словосочетаниях, в предложениях, но не в языке как таковом; если бы действовал принцип экономии, то существующие языки с течением времени должны были бы становиться проще, а этого не наблюдается — не простота, не экономия, а богатство, дифференциация значений, многообразие, неоднозначность органически присущи языку.

С этими доводами, по всей вероятности, согласуется мысль о том, что простота лингвистических моделей — неизбежное зло, которое по мере развития лингвистики уменьшается³.

Как известно, опыт применения принципа простоты в естественных науках приводит к выводу о том, что с этим принципом надо обращаться осторожно⁴. В самом деле, требование простоты теоретических моделей означает

¹ См.: Мартине А. Принцип экономии в фонетических изменениях. М., Изд-во иностр. лит., 1960.

² Будагов Р. А. Человек и его язык. М., Изд-во Моск. ун-та, 1974, с. 59, 82—83.

³ См.: Ревзин И. И. Метод моделирования и типология славянских языков. М., «Наука», 1967, с. 24.

⁴ См.: Мамчур Е. А., Илларионов С. В. Регулятивные принципы построения теорий. — В кн.: Синтез современного научного знания. М., «Наука», 1973.

вполне понятное для человека стремление к эстетическому совершенству результата своего труда, к практическому удобству его использования; однако стремление к простоте теорий оправдано до тех пор, пока оно не противоречит главной цели — достижению истины.

Все это не может не заставить задуматься о целесообразности оперирования понятиями «простота», «сложность», «экономия» как существенными понятиями современной лингвистики. По нашему мнению, лингвистическая проблематика обладает в этом плане спецификой по сравнению с естественнонаучной: если какой-либо физический, химический процесс в принципе может иметь любую, неограниченно большую степень сложности, и модель его, соответственно, тоже, то язык обязательно должен иметь предел сложности, превышение которого нежелательно с точки зрения осуществления коммуникативной функции языка в обществе, например, сложность любой единицы языка, вероятно, не может превышать психологически допустимой величины, иначе восприятие, понимание языковых выражений будет невозможно.

То обстоятельство, что язык обслуживает все более сложные сферы человеческой деятельности, вмещает все большее количество информации, т. е. становится богаче в процессе развития, еще не дает достаточных аргументов против тезиса о действии в нем закона экономии. Сам по себе тот факт, что люди, как и прежде, способны усваивать язык и успешно им пользоваться, может приводить к предположению о существовании в языке наряду с тенденцией к усложнению и другой, не менее мощной тенденции — к упрощению. Выяснить механизм последней — значит изучить существенный аспект организации, развития и функционирования языка. Практически бесконечное количество элементов и плана выражения, и плана содержания, способность передавать информацию о сколь угодно сложных объектах действительности, бесконечное разнообразие эмоциональных оттенков и т. д. — эти особенности языка говорят о своеобразии действующих в языке механизмов упрощения — априори можно утверждать, например, что не все виды упрощения реализуются в языке, что специфика языка как системы должна проявляться и в специфике средств и методов его упрощения. В этой связи заслуживает внимания гипотеза о том, что средняя степень упорядоченности разных естественных языков, быть может, близка к посто-

янной величине¹, что глубинная семантическая структура является, по-видимому, общей для всех языков.

Решение указанных проблем предполагает, по-видимому, поиск объективных критериев простоты-сложности языка как системы. Намеченный в V—VI главах подход к измерению простоты-сложности систем, к их упрощению представляет в этой связи определенный интерес. Программа исследований в этой области могла бы, в частности, включать следующие моменты: а) сравнительное измерение субстратной, структурной, концептуальной сложности единиц различных уровней для уточнения стратификации языка; б) изучение различных по степени сложности вариантов единиц и структур языка; в) измерение сравнительной сложности компонентов разных языков (субстратной, структурной, концептуальной и интегральной); г) построение лингвистических моделей разной степени сложности для вспомогательных целей — например, для процесса обучения в разных классах школы; д) изучение упрощающего эффекта разных форм эллипсиса в языке; е) построение типологии искусственных языков методом последовательных упрощений существующих категориальных, структурных и других моделей.

9. Системный анализ не только языка в целом, но и отдельных его функций, сторон, элементов. Например, изучение системы средств словообразования, системы синтаксических отношений, системы частей речи, предложения, текста как системы и т. д.

10. Язык, речь, речевая деятельность с системной точки зрения. Заслуживает внимания, в этой связи, выделение **языковых средств** как набора возможных системообразующих свойств и отношений и поля элементов, на котором эти свойства и отношения могут реализоваться; **речевой деятельности** как процесса использования речевых средств в социально-обусловленной человеческой деятельности, как вовлеченности языковых средств в систему человеческой деятельности, их функционирования; **языка** как системы, возникающей в результате речевой деятельности и включающей, с одной стороны, устойчивое относительно определенных социальных целей множество системообразующих свойств и отношений, с другой — устойчивое относительно этих целей множество элементов, на которых указанные системообразующие свойства и отношения реализуются.

¹ См.: Общее языкознание. Система и структура языка, с. 74.

Этот примерный перечень проблем, конечно же, не является исчерпывающим.

Ниже мы останавливаемся более подробно на отдельных моментах 1, 5 и 9 проблем.

§ 3. Лингвистика и логика. Их взаимодействие с точки зрения теории систем

Проблема взаимоотношения между логикой и лингвистикой всегда была актуальной. Однако в последнее время значимость этой проблемы настолько возросла, что ее решение во многом определяет само существование этих наук как особых отраслей знания.

С одной стороны, в разных работах неопозитивистов проявлялась тенденция рассматривать логику как своего рода грамматику¹. Последовательное развитие этой тенденции привело бы к растворению логики в обобщенной лингвистике. С другой стороны, широкое проникновение в лингвистику логико-математических методов, связанное, в частности, с задачами машинного перевода, вызывает у некоторых языковедов опасение за судьбу лингвистики как гуманитарной науки и стремление отстоять ее специфику. Наиболее ярко эти опасения выражены в статье В. И. Абаева, который пишет: «Не нужно особого пророческого дара, чтобы предсказать: чем больше языкознание будет формализованной наукой, тем меньше оно будет наукой гуманитарной»². Но В. И. Абаев — принципиальный противник структурной лингвистики, которую он называет «лингвистическим модернизмом» и рассматривает как дань моде. Более интересна в этом плане позиция В. А. Звегинцева, занятая им в статье «Применение в лингвистике логико-математических методов»³. Здесь логика и математика как дедуктивные науки, пользующиеся дедукцией, которая приводит к тавтологичным, т. е. «логически пустым» выводам, противопоставляются лингвистике как опытной науке. Представители эмпирических наук, к которым относится и лингвистика, изу-

¹ См.: Витгенштейн Л. Логико-философский трактат. М., Изд-во иностр. лит., 1958.

² Абаев В. И. Лингвистический модернизм как дегуманизация науки о языке. — «Вопросы языкознания», 1965, № 3.

³ Звегинцев В. А. Применение в лингвистике логико-математических методов. — В сб.: Новое в лингвистике, вып. 4. М., «Прогресс», 1965.

чают тот или иной предмет или явление с целью описать или объяснить его. Полученные ими результаты они формулируют на языке, который именуется языком-объектом. Логик опирается на доказательства, умозаключения, суждения и пр., но они доступны ему только в языковой форме. Таким образом, получается, что логик на одну ступень находится дальше от реального мира, чем представитель эмпирических наук¹.

Такое резкое различие между логикой и лингвистикой предохраняет лингвистику от чрезмерно широкого проникновения в нее логико-математических методов и, таким образом, предотвращает ее поглощение логикой и математикой.

Позиция В. А. Звегинцева находится в русле характерного для многих наших авторов стремления к «*aurea mediocritas*»: нельзя абсолютизировать роль мышления, нельзя абсолютизировать роль языка, то и другое нужно рассматривать в единстве. Единство языка и мышления проявляется в связи лингвистики и логики. Но каждая из этих наук имеет свой специфический предмет и одна к другой не сводится. При этом *implicite* предполагается, что логика и грамматика как отдельные науки будут существовать вечно.

Уязвимость указанной предпосылки с точки зрения диалектико-материалистического принципа развития несомненна. Основания деления знания на различные области в процессе развития науки меняются. Особенно это характерно для периодов бурного развития науки и, в частности, для той научно-технической революции, которая происходит на наших глазах.

Стремление во что бы то ни стало укреплять традиционные границы между науками в такие эпохи неминуемо становится реакционным, поскольку тормозит развитие научного знания. Разумеется, прогресс — не Молох, которому нужно приносить в жертву человека. Если с ростом числа автомобилей в центре города вред от них начинает превосходить пользу, то нужно вернуться к велосипедам — и в этом будет прогресс.

Но разве формализация является таким Молохом? В. И. Абаев призывает теснее смыкать языковедение с другими гуманитарными науками².

¹ Звегинцев В. А. Указ. соч., с. 19.

² См.: Абаев В. И. Указ. соч., с. 42.

К числу же гуманитарных наук относится и логика, которая неотделима от формализации. Даже математика не может сделать лингвистику отраслью естествознания, поскольку сама не является естественной наукой. Широкое же проникновение математических методов, например, в современную физику сопровождается тенденцией гуманизации этой науки.

Отмечаемой В. А. Звегинцевым противоположности между логикой и лингвистикой, которая могла бы служить препятствием к синтезу этих наук, не существует. Не только логик, но, надо полагать, и лингвист оперирует доказательствами, умозаключениями, определениями и пр., причем лингвисту они также доступны лишь в языковой форме. Результаты исследования предметов и явлений на объектном языке формулируют не лингвисты, а физики, химики и т. д. и этот язык до сих пор с разных сторон исследовался логиками и лингвистами, которые стоят на одной ступени. Что же касается соотношения индуктивных и дедуктивных методов в науке, то оно определяется не предметом науки, а уровнем ее развития. Физика в свое время была почти исключительно индуктивной наукой, Фарадей мог быть великим физиком, не зная математики. Сейчас же в области теоретической физики математические дедуктивные методы являются доминирующими.

В последние годы тенденция к синтезу логических и лингвистических методов исследования языка проявляется все более отчетливо. Куда отнести, например, теорию порождающих грамматик — в лингвистику или логику? Ситуация похожа на ту, которая возникала в биологии в связи с обнаружением утконоса. Биологи поступили бы явно неразумно, если бы попытались, отстаивая специфику млекопитающих, уничтожить утконосов. Промежуточные формы в науке, также как и в природе, свидетельствуют о развитии.

Значит ли указанная тенденция к синтезу лингвистики и логики, что у нас, в конечном счете, будет одной наукой меньше? Это было бы так, если бы тенденция к интеграции в одних направлениях не сопровождалась тенденциями к дифференциации в других. Однако существуют те и другие тенденции. Вполне возможно, что в дальнейшем логико-лингвистика распадется на целый ряд дисциплин, в каждой из которых будут объединены те элементы, которые мы относим сейчас к различным наукам.

Исходя из изложенной точки зрения, рассмотрим проблему преломления логических категорий и структур в лингвистических теориях. Поскольку общее направление развития лингвистики, по словам В. А. Звегинцева, лежит «к семантике, к раскрытию механизма понимания, к выяснению и определению категорий и единиц, из которых конструируется содержательная сторона процесса человеческого общения»¹, — вполне закономерным является использование лингвистами категорий и единиц, которые фиксирует логика, изучая человеческое мышление.

Можно указать на многочисленные примеры, когда те или иные логические концепции, по существу, включались в соответствующие лингвистические концепции в качестве системообразующих отношений, интерпретируемых на языковом материале. Здесь будет уместен небольшой экскурс.

Со времени Аристотеля стало считаться само собой очевидным представление логической структуры суждения в виде отношения между субъектом и предикатом. Суждение же, в свою очередь, рассматривалось как логическая форма, соответствующая грамматической форме предложения. Поскольку грамматическая структура предложения не сводилась к отношению между двумя главными членами предложения — подлежащим и сказуемым, этот факт приводился как аргумент против отождествления мышления и языка, логики и грамматики. Отвлекаясь от вопроса об истинности тезиса, отметим, что аргументация здесь, несмотря на ее распространенность, несостоятельна. Она основана на отождествлении логической структуры мысли с тем, как эта структура выражается в рамках определенной логической концепции. В логике существовали и существуют иные логические концепции. Так представители направления, получившего название *логики отношений*, на протяжении столетий доказывали и, довольно убедительно, что логическая структура иная, чем это представлялось сторонникам аристотелевского направления в логике². Суждение, с их точки зрения, — это установление отношения между объектами. Так, согласно аристотелевской традиции, в предложении

¹ Звегинцев В. А. Смысл и значение. — В кн.: Теоретические и экспериментальные исследования в области структурной и прикладной лингвистики. М., Изд-во Моск. ун-та, 1973, с. 91.

² См.: Поварин С. И. Логика отношений. Пг., 1917; Серрюс Ш. Опыт исследования значения логики. М., Изд-во иностр. лит., 1948.

«Иван ловит рыбу» Ивану приписывается свойство «ловить рыбу», то с точки зрения логики отношений здесь имеет место установление отношения «ловить» между Иваном и рыбой. Если в первом случае второстепенные члены предложения «исчезают», то во втором — их логическая роль является несомненной.

Можно сказать, что в основе аристотелевской модели элементарной единицы мышления лежат категории вещи и свойства, в основе модели логики отношений — вещи и отношения. Именно с помощью этих категорий осуществляется формальная дифференциация форм мысли. Мысленное отображение вещей дает нам понятие. Акт приписывания свойств вещи или, по другой концепции, установления отношения в вещах, является суждением. Множество категорий, различие между которыми находит отображение в формальной структуре языка, может быть названо категориальным базисом этого языка¹. Поскольку каждая категория представляет собой, по Аристотелю, некоторый «род бытия», тот или иной категориальный базис означает принятие соответствующих онтологических предпосылок².

Сказанное выше свидетельствует о существенном различии в онтологических предпосылках между аристотелевской — атрибутивной логикой и логикой отношений. В одном случае мир рассматривается как совокупность вещей и их свойств, а во втором — как совокупность вещей и отношений между ними.

В современной логике предикатов происходит как будто бы «снятие противоположностей». Здесь вводится два типа переменных — предметные и предикатные. Предикатные переменные, в свою очередь, представляют собой одноместные и многоместные предикаты. Первые рассматриваются как выражения свойств, вторые — как выражения отношений. Однако различие в числе мест предиката не может рассматриваться как вполне соответствующее тому фундаментальному различию, которое имеет место между свойствами и отношениями. Различие между двухместными и трехместными предикатами в формальном плане не меньше, чем между двухместными и одноместными. Но для трехместных

¹ См.: У й о м о в А. І. Категоріальний базис мов науки і проблема його збагачення. — «Філософська думка», 1971, № 6.

² См.: У е м о в А. И. Об онтологических предпосылках логики. — «Вопросы философии», 1969, № 1.

предикатов не вводится новой сущности, отличной от свойства и отношения.

Как справедливо отмечает Р. Карнап, принятие новых типов объектов означает принятие переменных нового типа¹. Только в этом случае специфика данного типа объектов будет находить выражение в формальной структуре языка.

Поскольку в современной логике предикатов свойству и отношению соответствует один тип переменной, а именно предикатная переменная, категориальный базис современной логики предикатов не богаче, чем категориальный базис традиционной атрибутивной логики или логики отношений. Какие же категории входят в категориальный базис современной логики предикатов? Е. К. Войшвилло рассматривает развитие этой логики как победу атрибутивной традиции, согласно которой суждение состоит из субъекта и предиката². Однако некоторые современные логики зачастую рассматривают термин «предикат» вообще как синоним термина «отношение» и говорят об одноместных отношениях так же, как и о двухместных и трехместных. И это естественно, поскольку проведение принципиальной грани между одноместными и двухместными отношениями не дало бы возможности решать единообразным способом многие логические проблемы. Можно привести целый ряд аргументов в пользу той точки зрения, что различие в числе мест предиката не является признаком, однозначно соответствующим различию между свойствами и отношениями.

Существуют одноместные отношения равно как и многоместные свойства³.

Сказанное говорит о том, что категориальный базис современной логики предикатов по сути дела не отличается от категориального базиса логики отношений. Если же будет реализовано стремление логиков номиналистического направления дать последовательное теоретикомножественное истолкование всего аппарата логики предикатов на основе принципа экстенциональности, то это будет означать редукцию категориального базиса логики предикатов к одной категории — вещи.

¹ См.: Карнап Р. Значение и необходимость. М., Изд-во иностр. лит., 1959.

² См.: Войшвилло Е. К. Об одной логической концепции. — «Вопросы философии», 1957, № 6.

³ См.: Уемов А. И. Аналогия в практике научного исследования. М., «Наука», 1970, с. 37—39

Можно согласиться с тем, что тенденция не размножать сущности без необходимости (брита Оккама) во многих случаях является вполне оправданной. В частности, указанная выше экономия сущностей в логическом аппарате открывает возможности широкого применения для его развития математики и в особенности теории множеств. Тем не менее, она ограничивает сферу плодотворного применения самого логического аппарата для анализа достаточно богатых в категориальном плане языков науки и особенно естественных языков. А между тем указанные логические концепции используются в качестве базисных в лингвистике.

Чаще всего предложение сопоставляется с атрибутивным суждением. В структурной лингвистике появляются попытки использовать логику предикатов. Так известна порождающая грамматика, построенная на основе логической концепции Г. Карри, выделяющей два основных типа выражений — имена и высказывания, и в соответствии с этим принимающая в качестве гипотезы положение о том, что фундаментальными лингвистическими универсалиями являются существительное и предложение. Это серьезное отступление от чисто лингвистического подхода, поскольку в лингвистике предложение сопоставляется со словом вообще, а не только с именем существительным. Именно слово рассматривается как единица языка. Вообще выделение существительного в качестве фундаментальной универсалии является тем шагом, который позволяет значительно глубже проникнуть в логическую структуру мысли и ее языкового выражения, чем это делало традиционное языкознание. Указанный подход дает возможность выявить различие между элементарными эписемионами, какими являются существительное и предложение, и классами преобразователей, преобразующих существительное в существительное, существительное в предложение, предложение в существительное и предложение в предложение.

Вместе с тем, ограниченность базисной логической концепции, неадекватность ее категориального базиса категориальному базису естественного языка, отрицательно сказывается, по-видимому, и на адекватности упомянутой языковой модели.

Рассмотрим применение при анализе естественного языка логического аппарата, в котором имеет существенное значение различение свойств и отношений, категориальный базис которого таким образом состоит из трех категорий:

вещь, свойство, отношение. Категории вещи, свойства, отношения рассмотрены нами ранее, как на содержательном уровне¹, так и на формальном². Указанная проблема решается в основном применительно к задачам системных исследований.

На наш взгляд, логическая концепция, выделяющая вещи, свойства и отношения, более адекватна целям логико-лингвистического анализа, чем концепции, опирающиеся лишь на категории вещь — свойство или вещь — отношение.

§ 4. Лингвистика и логика. Об одной логической схеме порождающей грамматики

Назовем нашу модель тернарной моделью. Элементы базисного логического аппарата будут вводиться по мере необходимости.

Введем три элементарных эписемиона: «существительное» — понимаемое в достаточно широком смысле, т. е. как обозначение вещи, независимо от числа слов, которое для этого обозначения требуется, и два существенно отличных друг от друга типа предложения: предложения, в которых выражается акт приписывания предметам свойств, и предложения, в которых речь идет об установлении в предметах отношений.

В рамках базисного логического формализма различие между свойствами и отношением выражается следующими формулами:

$$(a) t \rightarrow t, \quad (1)$$

$$(t) a \rightarrow t, \quad (2)$$

$$t(a) \rightarrow t', \quad (3)$$

$$a(t) \rightarrow t'. \quad (4)$$

Символ, стоящий отдельно или заключенный в скобки, обозначает вещь. t — определенная, заранее фиксированная вещь, t' — любая вещь, отличная от t , символ a обозначает вообще произвольную вещь. Если символ вещи стоит

¹ См.: Уёмов А. И. Вещи, свойства и отношения. М., Изд-во АН СССР, 1963; Е го ж е: Аналогия в практике научного исследования. М., «Наука», 1970; Е го ж е: Логические основы метода моделирования. М., «Мысль», 1971.

² Уёмов А. И. Об одном варианте логико-математического аппарата системного исследования. — В сб.: Проблемы формального анализа систем. М., «Высшая школа», 1968.

справа от скобки, то эта вещь представляет собой свойство вещи, символ которой заключен в скобках. Соответственно символ, стоящий слева от скобки, обозначает отношение к той вещи, символ которой заключен в скобки. Знак \rightarrow обозначает отношение аналогичное, но не тождественное импликации. Его мы назвали **импликатией**. Импликатия означает, что если у нас есть предмет, обозначаемый символами, находящимися в антецеденте, т. е. слева от знака импликации, то *eo ipso* будет и объект, обозначаемый символами консеквента — справа от знака импликации.

В данном случае имеется в виду тот вариант импликации, который был назван **сильной импликатией**¹. В отличие от слабой импликации в консеквент сильной импликации включаются символы только тех объектов, которые являются результатами операций, фиксируемых в антецеденте.

Формула (1) означает, что если некоторое фиксированное свойство *t* приписывается какой-либо вещи, то эта вещь может быть названа *t*. Если некто обладает свойством «быть хорошим мальчиком», то он может быть просто назван «хороший мальчик».

Формула (2) говорит о том, что если есть определенный предмет *t*, обладающий каким-то свойством *a*, то тем самым есть и сам этот предмет независимо от того или иного его свойства. Так, если про Петю говорят, что он обладает каким-то свойством, то это значит, что есть Петя и никакого нового предмета кроме Пети в результате этой операции не создается.

Если формулы (1) и (2) определяют формальные особенности свойства, то формулы (3) и (4) относятся к отношениям, которые в рассматриваемых планах противоположны свойствам. Формула (3) противопоставляет отношение свойству в том плане, что отношение, установленное в какой-либо вещи, дает вещь, отличную от этого отношения. Так, отношение «больше», установленное между городами, дает нам пару городов, которые существенно отличны от приведенного отношения.

Формула (4) выражает «порождающее» свойство отношений. Отношение, установленное в *n* объектах порождает *n* + 1 объект, а именно саму *n*-ку предметов. Так, одноместное отношение тождества, установленное в Пете, представ-

¹ См.: Проблемы формального анализа систем, с. 49—50.

ляет Петю как два тождественных друг другу объекта. Двухместное отношение брака между Петей и Машей порождает новый объект — семейную пару. Трехместное отношение «лежать между» между точками А, В, С — порождает четвертый объект — тройку точек.

Отмеченные особенности свойств и отношений появляются в соответствующих чертах предложений их выражающих. Так, в предложениях, выражающих приписывание свойств предмету, которые мы будем называть **атрибутивными**, предмет, обозначаемый группой подлежащего, может быть также обозначен группой сказуемого. К этому типу предложений относятся почти все примеры, приводимые Аристотелем для логического анализа, например, «Сократ белый». Другие примеры такого типа «Иванов — студент», «Одесса — крупнейший порт на Черном море», «Все студенты — учащиеся».

В традиционной символической структуре предложения атрибутивного типа можно выразить в виде формулы $q_i S — P$, где S — слово или словосочетание, обозначающее логический субъект, т. е. мысль о предмете, P — слово или словосочетание, обозначающее логический предикат, т. е. мысль о свойстве, приписываемом предмету, черта — означает имеющуюся в одних языках и лишь подразумевающуюся в других положительную или отрицательную связку, а q_i — кванторное слово.

С помощью обращения суждения можно проверить, является ли предложение, его выражающее, действительно атрибутивным.

Если при обращении грамматическая форма суждения трансформируется в $q_i P — S$, т. е. грамматические конструкции, выражающие субъект и предикат сохраняются и возможно меняются только кванторные слова, то предположение будет относиться к атрибутивному типу. В качестве примера произведем обращение суждений в приведенных выше предложениях: «Некоторый белый — Сократ», «Некоторый студент — Иванов», «Крупнейший порт на Черном море — Одесса», «Некоторые учащиеся — студенты». Другая особенность атрибутивных предложений связана с формулой (2). Обозначение предметов, о которых идет речь в предложении, имеет самостоятельное грамматическое оформление. Согласно формуле (2), вещь t может быть легко выделена из контекста, поскольку приписывание свойства предмету не создает какой-то другой вещи.

Таким грамматическим оформлением является группа подлежащего. В наших примерах мы легко выделяем Сократа, Иванова, Одессу и студентов как предметы, которым приписывались свойства.

Сопоставим атрибутивным иные — реляционные предложения. В качестве примеров возьмем «Иван ловит рыбу удочкой», «Владивосток далеко от Одессы», «Сила равна массе, умноженной на ускорение», «Великий русский поэт был убит на дуэли Дантесом», «Молекулы состоят из атомов». Здесь, прежде всего, предмет, обозначенный группой подлежащего, не может быть обозначен группой сказуемого. В самом деле, разве можем мы назвать Ивана «ловит рыбу удочкой», Владивосток — «далеко от Одессы», силу — «равна массе, умноженной на ускорение» и т. п.? Это говорит о том, что приведенные предложения не являются атрибутивными. В каждом из них выражаются отношения. И названия этих отношений «ловит», «далеко от», «равна одному умноженному на другое» и т. д. не могут выступать в качестве имен соотносимых ими предметов.

Если мы желаем обратить суждения, выражаемые нашими предположениями, то для этого придется внести существенные изменения в группу сказуемого, **введя в нее дополнительные слова**. Например, «К числу тех, кто ловит рыбу удочкой, относится Иван», «К числу городов, расположенных далеко от Одессы, относится Владивосток», «К числу величин, равных произведению массы на ускорение, относится масса». Мы видим, что для осуществления обращения суждения необходимо **преобразование реляционного суждения в атрибутивное**.

Другая особенность реляционных суждений связана с формулой (4). Соотносящиеся объекты не имеют целостного грамматического оформления, поэтому слова, их обозначающие, необходимо выделять путем иногда довольно скрупулезного анализа. Например, в первом случае это будут Иван, рыба и удочка, во втором — Владивосток и Одесса, в третьем — сила, масса и ускорение. Все это определенные предметы. Но иногда некоторые корреляты отношений представляют собой объекты неопределенные, для обозначения которых в нашей символике используется буква *a*.

Возьмем в качестве примера предложение «Некоторые женщины курят». Что именно они курят? Может быть фи́миам, может быть табак, вероятнее всего, папиросы, сигареты или сигары. Подразумевается некоторый неопределен-

ный предмет, к которому можно находиться в отношении ку-рения. Другой пример: «Часовой спит». Казалось бы здесь нет никакого отношения. Но что тогда? Вряд ли можно го-ворить о том, что «спать» — это свойство часового. Обычно утверждают, что в данном случае глагол обозначает состо-яние предмета. Нет необходимости вводить понятие состоя-ния как равнопорядковое вещам, свойствам и отношениям. На наш взгляд состояние представляет собой отношение предмета к тому или иному моменту времени. Какой именно момент времени имеется в виду, определяется в разных язы-ках по-разному, грамматической формой глагола или кон-текстом.

Особый случай представляют собой одноместные отноше-ния, выражаемые возвратными глаголами. «Слоны моют-ся», «Студенты учатся». Если слонов никто не моет, они моются сами, то речь идет об отношении слонов к слонам же, т. е. об одноместном отношении. Обычно студентов кто-то учит, но этимологический смысл данной конструкции пред-полагает, что они воздействуют сами на себя.

Мы рассмотрели вопрос о логическом различии двух ти-пов предложений. Это логическое различие имеет разные формы выражения в языках различных типов. В частности, в русском языке оно проявляется чаще всего как различие между предложениями с именными и глагольными сказу-емыми, хотя полного совпадения здесь нет. Например, предло-жение с именным сказуемым «Человек человеку — друг» является реляционным.

Обычно различие между указанными типами предложе-ний недооценивается. Иногда, впрочем, оно даже преувели-чивается. И. И. Ревзин вслед за некоторыми зарубежными лингвистами связывает это различие с различием когни-тивной и коммуникативной функции языка. По его мнению оказывается, что атрибутивные предложения относятся к мышлению, а релятивные, по крайней мере в основной сво-ей части, лишь к коммуникации. На наш взгляд, это совершенно неправильно. Отношение ничуть не менее су-щественная для мышления категория, чем свойство. В то же время и атрибутивные предложения существенны для процесса коммуникации. Правильно было бы сказать, что оба типа предложений имеют и когнитивную и коммуни-кативную функции, но конкретный логический механизм осу-ществления когнитивной функции для этих предложений различен.

Все сказанное позволяет зафиксировать кроме α — существительного еще два элементарных эписемиона: β — атрибутивное предложение; γ — реляционное предложение.

Далее вводим в качестве лингвистических универсалий классы преобразователей. Можно наглядно представить способ получения этих преобразователей, рассмотрев декартово произведение множества элементарных эписемионов $\langle \alpha\beta\gamma \rangle$ само на себя (табл. 1).

Таблица 1

Способ получения преобразователей

Что преобразуется	Во что преобразуется		
	α	β	γ
α	$\alpha\alpha$	$\alpha\beta$	$\alpha\gamma$
β	$\beta\alpha$	$\beta\beta$	$\beta\gamma$
γ	$\gamma\alpha$	$\gamma\beta$	$\gamma\gamma$

Обозначая операцию преобразования символом Δ , называемым дериватором, примем правило: «Если p и q есть эписемионы, то Δpq есть также эписемион», которое запишем в виде схемы $\frac{p}{\Delta pq} q$.

Таким образом, мы получаем 9 эписемионов: $\Delta\alpha\alpha$, $\Delta\alpha\beta$, $\Delta\alpha\gamma$, $\Delta\beta\alpha$, $\Delta\beta\beta$, $\Delta\beta\gamma$, $\Delta\gamma\alpha$, $\Delta\gamma\beta$, $\Delta\gamma\gamma$.

Рассматривая преобразование этих эписемионов друг в друга и в элементарные эписемионы, получим $(n + n^2)^2$ — n^2 классов преобразователей 2-го уровня, где n — число элементарных эписемионов. При $n = 2$ получаем 32 класса преобразователей второго уровня, при $n = 3$ уже 144 — $9 = 135$ классов.

Логическая интерпретация полученных лингвистических утверждений связана с переходом к свойствам и отношениям второго порядка, т. е., например, к отношениям отношений и своим коррелятам.

Рассмотрим вопрос об эмпирической интерпретации эписемионов первого уровня на материале современного русского языка. Элементарные эписемионы $\alpha\beta\gamma$ были интерпретированы выше. Поэтому остановимся на преобразователях.

$\Delta\alpha\alpha$ — преобразователь существительного в существительное. В качестве таких преобразователей могут выступать прилагательное, преобразующее «дом» в «маленький дом», аффикс, преобразующий «дом» в «домик», причастие,

преобразующее «дом» в «горящий дом», родительный падеж существительного, преобразующего «дом» в «дом отца» и т. д.

$\Delta\alpha\beta$ — преобразователь существительного в атрибутивное предложение. Здесь можно привести часть из тех примеров, которые рассматриваются как примеры преобразователей от существительного к предложению. К этой части относятся существительные и прилагательные, выступающие в функции именного сказуемого. «Отец — учитель», «День — холодный». Сюда же относится и пауза, соответственно в графике — точка, превращающая существительное «ночь» в назывное предложение «Ночь». Логическая природа предложений такого типа, вызывающая столько споров, становится прозрачной в рамках изложенной выше логической концепции. Это предикация определенного атрибута t неопределенному предмету a , выражаемая формулой $(a) t$.

$\Delta\alpha\gamma$ — преобразователь существительного в реляционное предложение. Сюда относятся глаголы и глагольные конструкции типа «рубят дрова», «читает книгу». Необходимо отметить, что в качестве существительного у нас понимается и набор существительных, например, «Клеопатра», «должники». С помощью глагольной конструкции «...имела всевозможные способы заставить расплатиться» и соответствующего изменения падежа существительное превращается в реляционное предложение «Клеопатра имела всевозможные способы заставить должников расплатиться» (А. С. Пушкин).

$\Delta\beta\alpha$ — преобразователь атрибутивного предложения в существительное. В русском языке такой преобразователь можно интерпретировать как перестановку прилагательного возможно вместе с соответствующим изменением ударения. Например, так называемое предложение «Ночь» превращается в существительное «Ночь» в предложении «Ночь наступила».

$\Delta\beta\beta$ — здесь речь идет о преобразователе атрибутивного предложения в атрибутивное предложение. В качестве таких преобразователей могут выступать существительные и прилагательные, иногда вместе с присоединительными союзами. Например, прилагательное «удобная» с союзом «и» преобразует атрибутивное предложение «Квартира большая» в атрибутивное же предложение «Квартира большая и удобная».

Соответственно существительное «столяр» преобразует предложение «Петров — слесарь и кузнец» в предложение «Петров — слесарь, столяр и кузнец».

$\Delta\beta\gamma$ — преобразователь атрибутивного предложения в реляционное. В качестве таких преобразователей выступают некоторые аффиксы при существительных. Например, приставка «со» превращает атрибутивное предложение «Иванов, Петров и Сидоров — граждане» в реляционное: «Иванов, Петров и Сидоров — сограждане».

$\Delta\gamma\alpha$ — преобразователь реляционного предложения в существительное. Наиболее характерным здесь является причастие. Например, причастие «живущий» преобразует реляционное предложение «Карлсон на крыше» в существительное «Карлсон, живущий на крыше».

$\Delta\gamma\beta$ — преобразователь реляционного предложения в атрибутивное. В такой функции может выступать именная фраза, по отношению к которой все реляционное предложение выступает как предикат. Например, реляционное предложение «Человек человеку — друг» преобразуется таким образом в атрибутивное: «Наш лозунг — человек человеку — друг».

$\Delta\gamma\gamma$ — преобразователь реляционного предложения в реляционное же. В качестве таких преобразователей могут выступать существительные и глаголы. Например, существительные «товарищ и брат» преобразуют реляционное предложение «Человек человеку — друг» в «Человек человеку — друг, товарищ и брат». Глагол «одевают» превращает реляционное предложение «Родители кормят и учат своих детей» в предложение «Родители кормят, одевают и учат своих детей», которое также является реляционным.

Существенным дефектом приведенного выше построения является то, что характер каждого эписемииона, являющегося преобразователем, определяется исключительно тем, что преобразуется, т. е. операндом, и тем, что получается в результате операции. Иными словами, каждый преобразователь определен лишь экстенционально. Между тем, чисто экстенционального задания функции во многих случаях недостаточно даже в математике. Так, например, функции $y = \sin^2 x + \cos^2 x$ и $y = 1$ в экстенциональном плане совпадают друг с другом, что и выражается в известном тождестве $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$. Однако понять, что такое $\sin^2 x + \cos^2 x$ мы никак не сможем только на основании того, что значение этой функции всегда равно единице. Более

полно специфика функции может быть определена через указание способа, каким находятся значения этой функции.

В нашем случае недостаток экстенционального подхода к определению эписемионов проявляется в том, что к одному эписемиону относятся различные во многих отношениях, существенных для лингвистики, объекты. С другой стороны, одни и те же части речи, например, существительные и глаголы, относятся одновременно к разным эписемионам.

Задача выявления специфики лингвистических объектов приводит к необходимости дифференцировать элементы, принадлежащие одному и тому же эписемиону. Так, относящиеся к эписемиону $\Delta\alpha$ суффикс «их» прилагательное «маленький», существительное «отца», существительное с предлогом в косвенном падеже «на берегу» и причастие «горящий» рассматриваются как различные семионы, между которыми устанавливаются иерархические отношения.

Таким же способом может быть решена рассматриваемая задача и применительно к нашему построению. Но число семионов здесь должно быть значительно большим. Их разбор в связи с ограниченными размерами настоящей главы должен быть вынесен за ее пределы. Отметим, что возможен иной подход к решению данной проблемы — более детальная дифференциация на уровне самих эписемионов. Эписемион может быть задан не только операндом и результатом преобразования, но также определенным путем получения этого результата. Операции, рассматриваемые в базисной логической системе такие, как реистический, атрибутивный и реляционный синтезы, реистический, атрибутивный и реляционный анализы¹, а также реизация, атрибутивизация и релятивизация могут быть использованы для решения задачи дифференциации эписемионов. Можно надеяться, что таким путем достижимо более полное соответствие между логическими и лингвистическими свойствами языковых элементов.

Базисная система дает новые возможности и для развития исчисления. В аппликативной модели принимаются в качестве основной операции приложения или аппликации оператора к операнду. Правило аппликации выражается схемой:

$$\frac{\Delta pq}{q} p.$$

¹ См.: Проблемы формального анализа систем, с. 43—46.

В плане нашей системы операция аппликации представляет собой вид реистического синтеза. Если же результат синтеза представляет собой свойство операнда, то на основе соотношения (а) $t \rightarrow t$ мы можем сформулировать иную схему получения результата

$$\frac{\Delta(p)q}{q}.$$

Таким образом, более богатый логический язык, выступая в качестве базисного, должен привести к обогащению соответствующих лингвистических моделей.

Заслуживает внимания и проблема использования философских и логических категорий при построении классификации языков.

§ 5. Типология языков и проблема их адекватности

Поскольку всякий язык может рассматриваться как система, классификацию языков можно производить по тем же основаниям, по которым мы различаем системы. Например, различают системы открытые, допускающие присоединение новых элементов без изменения характера системы в целом и закрытые, где такое присоединение невозможно. Соответственно могут быть выделены языки, представляющие собой открытые знаковые системы, и языки, являющиеся закрытыми знаковыми системами. К открытым знаковым системам относятся, разумеется, языки типа русского и английского, но не только они. Сюда же будет относиться и, например, язык дорожных знаков. Напротив, языки математической логики с фиксированным алфавитом и аксиоматикой, удовлетворяющей требованию полноты, могут рассматриваться как примеры закрытых знаковых систем.

С другой стороны, для дифференциации языков могут быть использованы фундаментальные философские понятия — категории. Особенно удобны для этой цели категории, о которых шла речь выше: «вещь», «свойство», «отношение». Существуют языки, в которых обозначения для каждой из этих категорий исключают друг друга. Иными словами, если выражение языка обозначает вещь, то оно уже не может обозначать свойство независимо от контекста, в котором употребляется. Такие языки можно назвать языками с жестким категориальным каркасом. Сюда можно отнести исчисление высказываний и исчисление предикатов

в современной логике. Русский язык сюда не относится. Здесь одно и то же слово, скажем «пионер» в предложении «Петя — пионер» обозначает свойство, а в предложении «Пионер — всем ребятам пример» обозначает вещь. Здесь имеет место мягкий категориальный каркас.

Не все категории должны находить непосредственно выражение в языке. В зависимости от того, какие из рассматриваемых трех категорий находят, а какие не находят непосредственное выражение в языке, может быть выделено

Таблица 1

Типы языков с жестким категориальным каркасом

Категории	Типы						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Вещь	I			I		I	I
Свойство		I		I	I		I
Отношение			I		I	I	I

семь типов с жестким категориальным каркасом, что мы отобразим в табл. 1.

К первому типу относятся построения, предлагаемые сторонниками номиналистического направления в современной логике, например, польским логиком Котарбиньским и американским логиком Гудменом. Здесь предлагаются обозначения для вещей, что же касается свойств и отношений, то никаких обозначений для них не вводится, поскольку само их существование этими авторами отрицается.

Можно спорить, относится язык логики предикатов к шестому или седьмому типу. Возможны также четыре типа языков с мягким каркасом. Их мы выразим в табл. 2, где нулями обозначены категории, обозначения которых контекстуально переходят друг в друга.

Такие языки как русский, английский и т. д., относятся несомненно к четвертому типу. Здесь есть обозначения для всего и все эти обозначения могут контекстуально переходить друг в друга.

Возможно существование языков и с полужесткими каркасами, когда переходить друг в друга может только пара из указанных категорий. Понятно, что здесь будет всего три варианта, выражаемые в табл. 3.

Таким образом, мы получили 14 типов языков. Если учесть, что каждый из них может относиться к типу открытой или закрытой системы, то всего получается 28 типов языков. Разумеется, здесь речь идет лишь о логических возможностях и не каждый логически возможный тип уже сейчас ре-

Таблица 2

Типы языков с мягким категориальным каркасом

Категории	Типы			
	I	II	III	IV
Вещь	0		0	0
Свойство	0	0		0
Отношение		0	0	0

Таблица 3

Типы языков с полужестким категориальным каркасом

Категории	Типы		
	I	II	III
Вещь	1	0	0
Свойство	0	1	0
Отношение	0	0	1

ализуется в действительности. Однако языки каждого из этих типов могут возникнуть или быть построенными впоследствии.

Какой же тип языка и где нужно применять? М. В. Ломоносов приводит мнение императора Карла V о том, что с богом удобнее всего говорить на испанском языке, с неприятелем — на немецком, с друзьями — на французском, а с прекрасным полом — на итальянском. М. В. Ломоносов соглашается с императором, связывая выбор каждого из языков, с их, вообще говоря, системными особенностями, но при этом замечает, что русский язык обладает преимуществами каждого из них.

Поставим вопрос шире, чем его ставил Карл V и М. В. Ломоносов. Очевидно, что на русском языке удобно говорить с неприятелем, с другом и с дамой, но трудно говорить с электронно-вычислительной машиной. Для такого разговора приходится придумывать специальные языки типа АЛГОЛ, СИМСКРИПТ, РЕФАЛ и т. д.

С другой стороны, АЛГОЛ, пожалуй, подошел бы для разговора с неприятелем, который может понять выраженное на нем требование капитуляции; но он совершенно не подходит для любовного объяснения. И здесь дело как раз в его искусственности. Искусственность языка заставит даму заподозрить искусственность чувств. Однако для решения научных проблем в большинстве случаев наиболее существенными оказываются структурно-типологические особенности применяемого языка.

Утверждение о принципиальной взаимопереводимости различных языков, развиваемое профессором Н. Жинкиным, по-видимому, относится к языкам одного и того же структурного типа, который еще требует своей спецификации.

Можно выдвинуть в качестве общего положение о том, что наиболее адекватным для решения тех или иных задач языком будет тот, который обладает такими же системно-структурными характеристиками, как и соответствующая область исследования, независимо от искусственного или естественного происхождения данного языка.

§ 6. О системном подходе к анализу структуры простого предложения

Заканчивая рассмотрение проблемы применения системного подхода в лингвистике, обратимся к одному из частных вопросов, обсуждение которого имеет богатую историю в лингвистике — вопросу о структурной организации простого предложения. Сразу же оговоримся, что мы ограничиваемся здесь анализом весьма узкого аспекта названной темы, а именно, некоторых особенностей интонационной и логической структуры простых английских предложений с усилителями. Тем не менее, считаем необходимым сформулировать некоторые общие предпосылки исследования.

Прежде всего, следует уточнить, рассматривается ли предложение как единица языка или как единица речи. Как нам представляется, резкого противопоставления этих двух сторон предложения делать не следует: соотношение между языковой системой и речевой деятельностью — это соотношение части и целого (ср. у Л. В. Щербы: языковая система и языковой материал — лишь разные аспекты речевой деятельности)¹. Аналогичным образом соотносятся

¹ См.: Щ е р б а Л. В. Языковая система и речевая деятельность. М., «Наука», 1974, с. 26.

и синтаксическая структура предложения как элемента языка и структура предложения как единицы речи. Синтаксическая структура предложения, с этой точки зрения, — «застывший» результат прежней языковой деятельности коллектива, выступающий в конкретной речевой ситуации как одно из языковых средств. Другими, более подвижными языковыми средствами построения предложения являются модификация порядка слов, ударение, интонация, а также более или менее явно выраженные связи с контекстом, с конкретной обстановкой. Одним из средств экспликации связи с ситуацией и контекстом являются особые вспомогательные слова (например, модальные), которые характеризуют отношение содержания предложения к действительности, к субъекту, к ранее высказанным мыслям.

Таким образом, в процессе речевой деятельности происходит включение синтаксической структуры предложения в определенную систему, системообразующие свойства которой задаются целью знаковой ситуации. Это включение может быть различным: синтаксическая структура может стать системообразующим свойством предложения как единицы речи, или подвергнуться переструктурированию с помощью изменения порядка слов, интонационной организации и т. д. Особенно явной «реорганизация» синтаксической структуры предложения становится при эмоционально насыщенном контексте. Другими словами, одна и та же грамматическая единица может являться субстратом разных предложений, может включаться в различные системы, если меняется цель и, соответственно, системообразующее свойство высказывания.

Предложение приобретает смысл только в речи, структура этого смысла может быть установлена лишь в процессе речевой деятельности (говорения, письма, понимания). При этом структура плана выражения предложения выступает как знак смысла предложения, более того, структура смысла предложения должна быть в целом адекватна структуре плана выражения. То, что существующие в лингвистике модели предложений не всегда соответствуют известным логическим и психологическим моделям высказывания, говорит не о расхождении, несоответствии логической, грамматической и психологической сторон языка, а о несовершенстве, неполноте лингвистических, логических и психологических моделей.

Итак, вывод о несоответствии логических и лингвисти-

ческих структур часто подкрепляется ссылкой на то, что в логической схеме предложения выделяется три элемента (субъект, предикат и связка), а грамматическая схема предложения содержит большее количество элементов: подлежащее, сказуемое, дополнение, определение, обстоятельство и т. д. Однако при этом происходит абсолютизация отдельных логических и грамматических схем. С одной стороны, более детальная логическая схема предложения, как мы покажем ниже, может включать большее количество компонентов. С другой стороны, функциональный подход к языку предполагает возможность иного членения предложения, отличного от традиционного деления на члены предложения. Кстати, все более широкое распространение функционального, деятельностного подхода к разным сторонам языка и, тем самым, развитие системного метода в современной лингвистике, с нашей точки зрения, способствует уменьшению разрыва между логикой и грамматикой, между психологией и лингвистикой.

Поскольку интонационный рисунок предложения — один из наиболее гибких инструментов оформления его смысла, на наш взгляд, правомерной является постановка вопроса о соотношении смысловой (логической) и интонационной структур предложения.

Нами анализировались простые повествовательные английские предложения с усилителями. Усилителями (или интенсификаторами) обычно называют частицы и наречия, указывающие на высокую степень качества, а также модальные слова, подчеркивающие высокую достоверность высказывания или отдельного элемента его. Этот класс предложений эмпирически выделен в практике существующих лингвистических исследований.

Нашей задачей являлось: 1) проследить связь логической и интонационной структур предложений указанного типа, выяснить место усилителей в этих структурах; 2) на основании наблюдений, а также учитывая связь с контекстом, порядок слов, ответить на вопрос, насколько однородным является исследуемый класс предложений.

Для выражения логической структуры простого предложения нами использовались категории «вещь», «свойство», «отношение» и, в частности, в качестве элементарных логических схем простого предложения рассматривались структуры атрибутивного и реляционного суждений (см. § 4 настоящей главы): $(a) P$ и $R(a)$. Эти элементарные

структуры, как правило, усложняются в предложении тем или иным способом: например, предмету a может приписываться не одно свойство, а два или несколько: $(a) P_1, P_2$; $(a) P_1, \dots, P_n$. В свою очередь, отношение R и свойство P могут относиться к различному числу элементов: $R(a_1, a_2)$, $R(a_1, \dots, a_n)$, $(a_1, \dots, a_n) P$ и т. д. Однако для структуры простого предложения более характерными являются не столько эти, «количественные», способы усложнения элементарных структур, сколько иные, «качественные», связанные с различием уровней вещей, свойств и отношений. Так, если мы какому-либо свойству вещи, в свою очередь, приписываем свойство, то структура $(a) P$ превратится в структуру $(a)[(P_1) P_2]$. (Скажем, предложение «День светел» превращается в предложение «День по-весеннему светел»). В целях большей наглядности опустим скобки, а отношение свойства к вещи изобразим в виде стрелки. Тогда упомянутые структуры примут вид:

$$\begin{array}{ll} a \leftarrow P & \text{(элементарная);} \\ a \leftarrow P_1 & \\ \uparrow & \\ P_2 & \text{(усложненная).} \end{array}$$

Различие в строчках подчеркивает различие в уровнях: P_1 — свойство первого уровня; P_2 — второго.

Релятивная структура $R(a_1, a_2)$ может быть, соответственно, усложнена следующим образом:

$$\begin{array}{c} R(a_1, a_2) \\ \uparrow \\ P_1 \\ \uparrow \\ P_2. \end{array}$$

Например, «Он слушал говорящего» усложняется в «Он слушал говорящего с искренним интересом».

Если какое-либо слово характеризует отношение вещи и свойства, что символически можно изобразить как $P_2 \rightarrow [R(a, P_1)]$, то отношение R — отношение второго уровня, ибо один из его коррелятов — свойство P_1 , а свойство P_2 — свойство третьего уровня. Например, такого типа структуру имеет предложение: «Возможно, он проснулся», поскольку слово «возможно» характеризует именно отношение между a («он») и P («проснулся»). Впрочем, этому предложению можно поставить в соответствие и формулу $P_2 \rightarrow$

$\rightarrow (a \rightarrow P_1)$, считая, что слово «возможно» приписывает некоторое свойство всему предложению «Он проснулся». Это свойство в данном случае приписывается предложению не самому по себе, а в его соотнесенности с некоторым внешним фактором (действительностью, мнением говорящего и т. д.).

С помощью данного аппарата было проанализировано более 1030 простых повествовательных английских предложений с усилителями. Оказалось, что усилитель, как правило, выражает свойство разных уровней (первого, второго и третьего).

В качестве наиболее частотных укажем следующие виды логических структур простых повествовательных английских предложений с усилителями.

I. $a \leftarrow P$ — Это предложения типа I am very sorry.

↑
И Здесь вещь a — подлежащее I, свойство P — сказуемое am sorry, *И* — усилитель very. Предложения этого структурного типа содержали в себе усилители двух разновидностей: усилители степени качества и модальные усилители, характеризующие суждение в целом, в частности показывающие связь содержания суждения с внешними факторами (контекстом, ситуацией, оценкой и т. д.).

II. $R(a_1, a_2)$ Например: She was very strict with me. Здесь a_1 — подлежащее she, a_2 — дополнение with me, R — сказуемое was strict, *И* — усилитель very.

В числе усилителей предложений этого типа были модальные усилители.

III. $a \leftarrow P_1$ Например: She was a very brave woman. Здесь a_1 — подлежащее she; P_1 — сказуемое was a P_2 woman; P_2 — свойство свойства P_1 brave; *И* — усилитель свойства P_2 very.

IV. $(a \rightarrow P)$ Это предложения с модальными усилителями. Например: Of course she is. Здесь *И* — усилитель of course; a — подлежащее she; P — сказуемое is.

V. $R(a_1, a_2)$ Это также предложения с модальными усилителями. Например: Of course I know her.

60 предложений в контексте были начитаны четырьмя дикторами англичанами на магнитную пленку и извлечение из контекста предложения предложены для аудиторского анализа 22-м англичанам-аудиторам. Аудиторам

предлагалось обозначить смысловый центр и определить степень эмоциональности фразы. В результате анализа оказалось, что смысловым центром в данных предложениях всегда были либо усилитель, либо определяемые слова, либо оба одновременно (см. таблицу).

Распределение смысловых центров в предложениях с усилителями

Тип структуры	Характер контекста	Выделение как смыслового центра (процент случаев от общего количества предложений данной структуры)		
		усилителя	определяемого слова	усилителя и определяемого слова
$\alpha \rightarrow \begin{array}{ c } \hline p \\ \hline \downarrow \\ \hline \text{И} \\ \hline \end{array}$	Нейтральный	32,5	14,5	53,0
	Эмоциональный	92,3		7,7
$\begin{array}{ c } \hline R \\ \hline \uparrow \\ \hline \text{И} \\ \hline \end{array} (\alpha_1, \alpha_2)$	Нейтральный	25,0	30,0	45,0
	Эмоциональный	66,6		33,3
$\alpha \rightarrow \begin{array}{c} p_1 \\ \uparrow \\ \begin{array}{ c } \hline p_2 \\ \hline \uparrow \\ \hline \text{И} \\ \hline \end{array} \end{array}$	Нейтральный		100,0	
$\begin{array}{c} (\alpha \rightarrow p) \\ \uparrow \\ \begin{array}{ c } \hline \text{И} \\ \hline \end{array} \end{array}$	Нейтральный	100,0		
	Эмоциональный	100,0		
$\begin{array}{c} R \\ \uparrow \\ \begin{array}{ c } \hline \text{И} \\ \hline \end{array} \end{array} (\alpha_1, \alpha_2)$	Нейтральный	50,0		50,0
	Эмоциональный	100,0		

Примечание: знаком — обозначен постоянный центр;

— переменный центр.

Проведенный нами анализ позволяет сделать следующие выводы:

1. С логической точки зрения усилители в простых повествовательных английских предложениях, как правило,

выражают свойства второго и третьего уровня, являются своего рода предикатами предикатов или предикатами суждений.

-2. Интонационное выделение усилителей в качестве смысловых (информативных) центров предложений происходит в подавляющем большинстве случаев.

3. Отчетливо различаются 2 группы усилителей: усилители, обозначающие степень качества; усилители, характеризующие суждения в целом, в частности, показывающие содержания с внешними факторами (контекст, ситуация, оценка и т. д.).

4. В нейтральном контексте часто наблюдается совпадение смыслового центра со структурным, а усилители в этом случае могут быть не выделены.

5. В ярко эмоциональном контексте информативным центром становится, как правило, усилитель, указывающий при этом на связь содержания суждения с внешними факторами.

6. Указанное наблюдение позволяет говорить о коррелятивности логических и интонационных структур, а также о том, что гипотеза о существовании в предложении предикативности разных уровней заслуживает дальнейшего изучения и проверки в логическом и лингвистическом исследовании.

Глава XII. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В СОЦИОЛОГИИ

§ 1. Параметрическая характеристика общества

В системных исследованиях можно выделить, по крайней мере, два основных аспекта — онтологический и логико-методологический. Первый объединяет задачи построения теорий различных классов системных объектов, второй — задачи по изучению законов функционирования знаний о системных объектах. Различие между онтологической и логико-методологической плоскостями в системном исследовании весьма относительно, поскольку научные теории объектов выполняют методологические функции, а методологические утверждения формулируются в виде теорий, т. е. должны удовлетворять принципам теоретического построения. Однако главные функции теории и метода в познавательном процессе существенно отличаются друг от друга. «Сами по себе объективные закономерности, — писал П. В. Копнин, — не составляют метода, необходимо выработать на их основе приемы для дальнейшего познания и преобразования действительности, для достижения новых результатов. Метод отражает закономерности объективного мира под углом зрения того, как человек должен поступать, чтобы достигнуть нового в познании и практике»¹. Единство и различие этих двух категорий знаний необходимо учитывать при постановке задач системных исследований.

Применительно к системному исследованию общества теоретический аспект включает такие проблемы: организация и структура социальной системы; передача информации и управление в общественной системе; взаимосвязь общества-системы и природной среды; историческое развитие (генезис и прогноз) и т. д. Рассмотрение этих проблем, разумеется, в самом общем виде, и составляет нашу задачу. В качестве приема описания предмета исследования воспользу-

¹ Копнин П. В. Об объективных основах философского метода и его отношении к методам специальных наук. — «Философские науки», 1967, № 6, с. 67.

емся параметрическим способом характеристики системных объектов. При этом установление того факта, что социальной системе присуще определенное значение того или иного общесистемного параметра, надо считать лишь первым шагом в процессе решения поставленной задачи. Главное состоит в том, чтобы, во-первых, раскрыть специфику проявления общесистемных параметров в общественной системе и, во-вторых, обнаружить и изучить новые интегративные (системные) качества, свойственные социальной системе. Только такой подход может обеспечить результаты, адекватные объекту исследования.

Сначала уточним, что мы будем подразумевать под понятием «общество». В социологии оно употребляется в различных смыслах: в самом *общем* — для обозначения качественно особой ступени в развитии человечества («рода человеческого»); в *особенном* — для определения отдельных стадий в развитии общества, т. е. социально-экономических формаций: в *единичном* — для фиксации относительно самостоятельных единиц функционирования и развития общества, т. е. отдельных «социальных организмов». Мы будем пользоваться понятием «общество» по преимуществу в самом общем его значении. Это обусловлено целью нашей работы.

Первым значительным шагом при постановке любой конкретной проблемы системного исследования является представление изучаемого объекта как системы. Дело в том, что ни один объект не дан исследователю непосредственно как система, «уже очерченная в своих границах и выделяющаяся из ряда других систем»¹. Выполнение этого требования предполагает прежде всего определение системообразующего свойства, с помощью которого мы устанавливаем, в каком смысле данный объект рассматривается как система. Осуществление данной познавательной процедуры применительно к обществу сопряжено с немалыми трудностями. Ведь общество — исключительно сложное и многоплановое образование. В литературе существует множество различных определений общества как системы — и как системы экономических, политических, правовых и других отношений, и как социально-классовой системы, и как системы видов деятельности и т. д. Все они, по-видимому, имеют по-

¹ Грушин Б. А. Очерки логики исторического исследования. М., «Высшая школа», 1961, с. 74.

знавательную ценность для решения тех или иных задач социологии, но ни одно из этих определений полностью не удовлетворяет ввиду их «собирательного» или частичного характера.

В качестве предмета рассмотрения мы берем не отдельные подсистемы общественной системы, не совокупность отдельных типов общественных отношений, а общество как систему в самом общем виде — как особую форму организации и движения материи. Чтобы на данном уровне абстрагирования представить общество как систему, необходимо задать и «глобально» обобщающее системообразующее отношение.

Интересная попытка представления общества как системы в предельном общем значении содержится в работах Э. С. Маркаряна. Людей, идеи и вещи он связывает в социальное целое с помощью понятия культуры, трактуемого как специфически человеческий способ деятельности¹. Иначе говоря, в качестве системообразующего фактора берется человеческая деятельность (понимаемая как культура, т. е. как внебиологически выработанные средства и механизмы, а также умения ими пользоваться).

Точка зрения Э. С. Маркаряна в главном верна — общество как систему в глобальном плане надо представлять через свойство или отношение, выражающее его специфику. Однако, по нашему мнению, специфическим системообразующим фактором для общественной системы будет не деятельность, а социальное отношение, природа которого впервые была научно обоснована в историческом материализме. К. Маркс и Ф. Энгельс показали, что сущность социального заключается в особой форме взаимодействия общества и природы. Между собой и природой человек поставил систему средств труда, с помощью которой он преобразует природу. Сфера материального производства — это главная и определяющая сторона в жизнедеятельности общества. Именно на основе материально-трудовой деятельности сформировались все внебиологические, т. е. специфически социальные отношения. Поэтому категория социального отношения, обобщая (охватывая) все богатство общественных отношений, содержит в качестве фундаментальной мысль об определяющей роли матери-

¹ См.: Маркарян Э. С. Вопросы системного исследования. М., «Знание», 1972, с. 36—43.

ально-практического отношения человека к природной среде.

Совершенно очевидно, что сами отношения «никогда не образуют системы... в отвлечении от соотносящихся вещей»¹. Что же следует подразумевать под «вещами» в нашем случае? На каких «вещах» (элементах) можно и нужно реализовать инвариантную (абстрактную) модель общественной системы? По этому вопросу существуют различные взгляды. По нашему мнению, заслуживает внимания точка зрения В. Г. Афанасьева, который считает основными компонентами общественной системы вещи, процессы, идеи и людей². Однако полностью согласиться с этим автором нельзя. В его перечне компонентов содержатся не только «вещи» в собственном смысле, как элементы системы (люди, вещи), но и отношения (процессы — это отношения между людьми, между вещами и людьми, между самими вещами), и свойства (идеи, мышление — это свойство людей). Конечно, в принципе различия между вещами, свойствами и отношениями не абсолютны. Все они могут переходить друг в друга. Но в каждой конкретной познавательной ситуации и вещи, и свойства, и отношения должны иметь четкую фиксацию. Если идеи относятся к человеку как его свойство, как духовная способность к трудовой и иной деятельности, то естественно, что однопорядковой этому свойству будет физическая способность человека к деятельности. А единство духовных и физических способностей людей означает их социальное свойство, которое сформировалось в процессе общественной жизни и благодаря которому люди «включаются» в общественную систему как ее элементы («вещи»).

Кроме людей, социальным свойством обладают и «очеловеченные» природные предметы, т. е. те вещи, которые включены в человеческую культуру как средства деятельности и как средства материального выражения духовной жизни общества. Следовательно, люди и «очеловеченные» предметы, благодаря своим социальным свойствам, составляют те «вещи», на которых реализуется социальное отношение как системообразующее отношение.

¹ Уемов А. И. Системы и системные параметры. — В сб.: Проблемы формального анализа систем, с. 16.

² См.: Афанасьев В. Г. Управление обществом как социологическая проблема. — В сб.: Научное управление обществом, вып. 11. М., «Мысль», 1968.

Научная правомерность и целесообразность рассмотрения предельно абстрактной инвариантной модели общественной системы состоит в том, что она открывает ценную для социологии теоретическую перспективу. Ее понятийный аппарат служит необходимой предпосылкой для выяснения специфики общественной системы, ее общих характеристик, что, в свою очередь, является условием изучения особенных и единичных систем, а также их подсистем.

Болгарский философ С. Михайлов обосновывает взгляд, согласно которому «вещами» предельно абстрактной модели общественной системы выступают материальное производство, духовные проявления, воспроизводство людей, общественное управление и коммуникации¹. Здесь в качестве «вещей» берутся целые блоки (подсистемы), представляющие собой сферы деятельности людей, в которые входят люди и «очеловеченные» предметы. Сферы деятельности как элементы общественной системы не являются «конечными» (предельными) в рамках социального качества. Таковыми выступают люди и «социальные» вещи. Стало быть, модель общественной системы, реализованная на таких компонентах, как сферы деятельности, не может считаться предельно абстрактной. Системообразующим фактором этой системы будет отношение сфер деятельности, представляющее собой некоторую конкретизацию социального отношения. Система сфер деятельности также обладает определенными — конструктивными возможностями для общественного познания. Параметрический анализ общественной системы должен опираться на эту теоретическую модель.

Вторым важным вариантом конкретизации предельно абстрактной модели общественной системы является система, реализованная на таких блоках, как производительные силы, базис, надстройка и некоторые другие. Без этой модели нельзя описать параметры общественной системы, характеризующие ее развитие. Оба конкретизирующие варианта находятся на высоком уровне абстракции — на уровне понимания общества в самом общем смысле.

Параметрический анализ общественной системы предполагает использование, по крайней мере, еще одного ее теоретического варианта. Имеется в виду социально-классо-

¹ М и х а й л о в С. Обществото като социологическа система. — «Известия на Института по философия при БАН», т. 9. София, 1965.

вая модель. Хотя этот вариант нельзя полностью отнести к уровню «общество вообще» (классовая организация общества имеет исторические рамки), но он необходим для характеристики функционирования общественной системы в ее развитии, т. е. современном состоянии.

На первый взгляд может показаться, что используемый нами способ представления общества как системы позволяет изобразить его лишь в сугубо стационарном плане, что неадекватно деятельной (функциональной) природе рассматриваемого объекта. Однако это не так. Фундаментальное понятие концептуальной модели системы — отношение способно выражать (как это уже отмечалось) и функционирование (деятельность), т. е. изображать общественную систему процессуально.

Попытки представить общество как систему появляются вместе с зарождением социологической теории, которая взяла на себя обязанность обобщить добытые различными гуманитарными науками знания о социальных явлениях и дать цельное представление об обществе. Концепции общества как некоторой сложноорганизованной целостности разрабатывались такими буржуазными социологами, как Конт, Спенсер, Дюркгейм, Вормс, Лилиенталь, Теннис, Вебер и др. Все они, — как писал русский социолог Н. В. Первушин, — единодушно признают, что общество есть «некоторое соединение, совокупность и непременно взаимодействие индивидов»¹. Но как они трактуют природу этого взаимодействия, т. е. социальных отношений? В качестве основной характеристики социального отношения у них служит «признак психического взаимодействия при наличии стремления к общей цели, общего интереса, договорного начала»² и т. д.

В современной буржуазной социологии концепция общества как системы разрабатывается сторонниками так называемого «структурно-функционального анализа». Ведущий представитель этого направления Т. Парсонс рассматривает общество как систему индивидуальных действий, интегрированных общепризнанными образцами поведения. Характер последних детерминируется исторически определенными философскими и социологическими «идеологиями». На «идеологиях» Т. Парсонс и прерывает свой анализ

¹ Первушин Н. В. Наука социология. Казань, Госиздат. 1921, с. 7.

² Там же, с. 9.

сущности «социального». «Идеология» для него — конечное основание природы общественной жизни.

Абсолютизация буржуазными социологами психического, духовного («идеологического») в социальном взаимодействии (отношении) обуславливает одностороннее, обедненное, извращенное понимание общественной системы. Идеалистический монизм по существу исключает из понимания социального материальную сторону жизни общества. Ничего общего с подлинно научным подходом к изучению общественной системы не имеет и эклектическая «теория факторов», исходным постулатом которой является требование рассматривать общество как систему взаимодействующих равнозначных по своей роли факторов — экономического, политического, религиозного, семейного и т. д. Правда, некоторые сторонники данной «теории» считают, что в различные периоды истории у разных народов в качестве определяющих могут выступать различные факторы. Эта новация не устраняет в принципе «уровниловки» факторов. В целом «теория факторов» ведет к эклектизму и обрекает исследователя на поверхностное описание взаимодействия социальных факторов.

Впервые в науке осознанно и плодотворно системный анализ общества осуществляет К. Маркс. Применение диалектико-материалистической методологии к области обществензнания позволило ему раскрыть природу общественных явлений, разграничить реально-практическую сторону жизни общества (общественное бытие) и духовную (общественное сознание) и сформулировать фундаментальный принцип понимания социальных явлений — положение об определяющей роли общественного бытия по отношению к общественному сознанию. В противоположность идеалистической редукции социального к духовно-психическому исторический материализм открывает перспективу рассмотрения общества как многоплоскостной системы, объединяющей в себе факторы и материального и идеального порядка. Материалистический подход к изучению общества подводит исследователя к пониманию материального производства (экономики) как решающего фактора в социальной системе. Учение диалектического материализма о формах движения материи представляет собой методологическую предпосылку для рассмотрения общества как особого, специфичного системного образования.

Общество как систему можно и нужно изучать в следу-

ющих плоскостях: во-первых, со стороны внутренней природы; во-вторых, со стороны взаимодействия с внешней средой; в-третьих, синхронно; в-четвертых, диахронно. М. С. Каган предлагает рассматривать социальную систему в статике и динамике ¹.

Синхронное рассмотрение внутренней природы социальной системы предполагает установление того, из каких элементов (вещей) она состоит и в каком отношении друг к другу они находятся (внутреннее функционирование). Как видим, соединение I и III аспектов означает элементарно структурный анализ системы. Этот вид анализа осуществляется на трех основных уровнях: отдельных «социальных организмов» (например, таких относительно самостоятельных единиц человечества, как СССР, Польша, Англия т. п.); совокупности отдельных «социальных организмов», находящихся на одинаковой стадии исторического развития; всего человечества.

Изучение взаимодействия социальной системы с внешней средой (под которой мы будем подразумевать только природную среду) в синхронном разрезе (комбинация II и III аспектов) должно нам дать представление о характере внешнего функционирования системы на каждом данном этапе ее исторического развития ².

Диахронное исследование внутренней природы социальной системы призвано обеспечить познание происходящих во времени изменений ее состояний, т. е. постижение исторических перемен в системе. Проблема соединения этих двух аспектов (I и IV) является, пожалуй, самой сложной и наименее разработанной.

Наконец, комбинация II и IV аспектов анализа позволяет нам выяснить происходящие исторические изменения во взаимодействии общества и природы. Происходящие

¹ См.: Каган М. С. О системном подходе к системному подходу.— «Философские науки», 1973, № 6.

² Придерживаясь изложенной выше системной концепции, проблему взаимодействия социальной системы и природной среды следовало бы рассматривать как проблему «внутреннего» отношения системы «общество — природа». Выделение внешнего функционирования и использование понятия внешней среды социальной системы связано, во-первых, с желанием учесть давнюю социологическую традицию, сложившуюся при рассмотрении взаимодействия общества и географической среды. Во-вторых, нас интересует не вообще система «общество — природа», а лишь отношение общества к природе, поэтому природу удобнее рассматривать как среду, в которой функционирует социальная система.

в наши дни серьезные сдвиги в соотношении производственной деятельности человека и экологической среды его обитания делают эту проблему особенно актуальной.

Историческое изучение внутренних и внешних изменений социальной системы осуществляется в двух направлениях — ретроспективном и перспективном. Двигаясь в ретроспективном направлении, мы будем искать решение вопросов, связанных с генезисом общественной системы и ее дальнейшей эволюцией. Устремляя свой взгляд в перспективу, исследователь стремится увидеть возможные будущие состояния социальной системы. Моделирование этих состояний на основании знания о ныне действующих закономерностях функционирования и развития общества означает прогностический анализ социальной системы.

Характер внутреннего и внешнего функционирования и развития социальной системы обуславливает ее интегративные свойства (системные параметры). Выявление таких параметров и законов позволило бы унифицировать социологическое описание и выработать принципы общей теории социального диагноза, социального объяснения и прогнозирования. В настоящее время исследователи только начинают выделять некоторые системные параметры общества и показывают, к каким социальным следствиям приводят изменения значения этих параметров. Они указывают также на те новые проблемы, какие порождаются такими изменениями, в том числе и проблемы современной идеологической борьбы.

Какими же значениями каких именно системных параметров характеризуется общество? Отметим следующие.

1. Общество — саморегулирующаяся система. Свойство саморегулирования проявляется прежде всего в том, что общество, воздействуя на среду, учитывает, хотя бы в ограниченных пределах, ее воздействие на жизнь людей. В принципе все виды человеческой деятельности основаны на обратной связи. Социальная система постоянно корректирует свою деятельность в зависимости от обратного влияния среды. Самоорганизация общества проявляется также и в том, что каждый новый шаг человеческой активности, направленный на изменение социальных отношений, строится на учете предыдущих усилий по преобразованию собственной структуры.

Специфика саморегуляции социальной системы состоит в том, что в обществе, наряду со стихийными механиз-

мами воспроизводства и развития его структуры, осуществляются процессы управления, как сознательно-плановая саморегулирующая активность. Типы обществ могут различаться по принципу стихийных или сознательных механизмов саморегуляции. Во всех досоциалистических общественно-экономических формациях господствует стихийное начало. Развитие производительных сил и других сфер жизнедеятельности капиталистической формации в условиях НТР выдвигает объективное требование замены стихийного регулирования социальных процессов сознательно-плановым управлением, чтобы избежать тех колоссальных издержек, которые неизбежно порождаются господством стихии. Однако капитализм решить эту назревшую историческую задачу не в состоянии. Стремление капиталистических экономических и социально-политических институтов адаптироваться к новым объективным потребностям социальной эволюции, воспользоваться преимуществами сознательно-планового управления общественными делами носит паллиативный характер.

В сознание современного человечества все глубже проникает важная мысль, которую румынский философ В. Роман выразил так: «Как бы это ни казалось парадоксальным, одна из наиболее крупных проблем настоящего — это... будущее»¹. А это значит, что только та общественная система сможет добиться перевеса в темпах развития и, в конечном счете, решить основное противоречие нашей эпохи в свою пользу, которая окажется в состоянии обеспечить правильное прогнозирование социальных процессов и научно-обоснованное управление этими процессами. Марксистско-ленинская теория раскрывает общую перспективу развития истории и служит методологической основой прогнозирования изменений отдельных компонентов общественной системы. Экономические законы социализма открывают объективные возможности комплексного планирования, охватывающего экономическую, социально-политическую и духовную сферы жизни общества и рассчитанного на длительные сроки. (Конечно, это вовсе не означает полного устранения момента стихийности при социализме. Речь идет лишь о доминировании планового начала).

Итак, сознательный фактор становится господствующим принципом социального саморегулирования лишь в соци-

¹ Роман В. Промышленная революция и развитие общества. М., Политиздат, 1969, с. 159.

алистическом обществе. Отсюда необычайно повышается степень ответственности социального субъекта за выбор важнейших альтернативных решений, возрастает роль науки и, в частности, роль разработки теории принятия решений на всех уровнях.

Исторически сложились два основных класса механизмов саморегуляции: адаптивная деятельность системы по отношению к среде и деятельность, адаптирующая среду к организму.

2. Общество — адаптивно-адаптирующая система¹. Свойство адаптивности кибернетика трактует как способность системы автономно приводить себя в соответствие с условиями внешней среды в целях самоподдержания. Благодаря адаптивности, активность сложодинамических систем не нарушает их устойчивости. А способность устойчивости, достигаемая за счет адаптивности, обеспечивает такое качество сложодинамических систем, как самоорганизацию. Общество относится к классу адаптивных систем. Однако научная ценность одной лишь констатации принадлежности общества к этому классу систем ничтожно мала. Для социологического изучения общественной системы это только предварительный этап, а его действительное осуществление состоит в раскрытии специфики проявления общественной системой свойства адаптивности.

Адаптация социальной системы принципиально отличается от проявления аналогичного свойства в биологических системах. Как известно, приспособление общества к природной среде происходит через приспособление предметов природы в процессе их целенаправленного преобразования, осуществляемого людьми. Это новое качество социальной системы делает ее не просто адаптивной, а адаптивно-адаптирующей.

Общество является адаптивно-адаптирующей системой, во-первых, в том смысле, что оно может существовать лишь преобразуя природу. Люди преобразуют природу посредством материально-производственной деятельности. Производительным трудом человека создается искусственный (очеловеченный) мир вещей. Во-вторых, общество является адаптивно-адаптирующей системой также в том смысле, что, преобразуя природу, оно преобразует и себя. Общест-

¹ См.: Маркарян Э. С. Вопросы системного исследования общества, с. 41—43.

во выделилось из животного мира в процессе материальной деятельности. Оно вынуждено приспосабливаться как к результатам своей деятельности — преобразованной и искусственной среде,— так и к характеру своей собственной деятельности, в частности, к ее ритму и темпам. Общество воздействует на сами методы своей деятельности, и это является великим источником прогресса. В-третьих, общество является адаптивно-адаптирующей системой в том смысле, что в процессе своей жизнедеятельности одни общности людей постоянно воздействуют на другие, изменяют их и приспосабливаются к ним. Все это приводит к быстрому изменению условий жизнедеятельности, что порождает новые потребности и, таким образом, стимулирует социальный прогресс. «...Изменение человеческих потребностей неограниченно в сравнении с потребностями животных». «...Потребности животных — даже стоящих на эволюционной лестнице ближе всего к человеку — практически не изменяются»¹. Правда, если брать не отдельные биологические виды, а экосферу в целом, то мы должны признать, что ее потребности изменяются существенным образом, но и эти изменения совершаются слишком медленно по сравнению с изменениями социальных потребностей.

Социальные и биологические системы, в том числе общество и экосфера, имеют различные принципы саморегуляции. Это коренное отличие и привело, в конечном счете, к нарушению гармонии между обществом и природой. Произошел огромный разрыв в ритме функционирования социальных и биологических систем. В частности, ритм социальной жизни постоянно растет, все чаще требуя от человека таких нагрузок, которые превышают биологически допустимые нормы.

Природа не успевает вовремя восстановить уничтоженное обществом. Неумолимо повышается уровень радиации биосферы; существует реальная угроза перегрева земной атмосферы до недопустимых размеров уже через двести лет; катастрофически увеличивается количество шумов; постоянно уменьшается сток рек; увеличивается из года в год химическое и физическое загрязнение водных бассейнов; «каждый год продолжают выпадать из сельскохозяйствен-

¹ P e t e r J. Zycie ludzi. Wroclaw, Warszawa, Krakow, Gdansk, 1972, с. 62—63.

ного оборота миллионы гектаров некогда плодородных земель»¹.

Ныне общество становится главным фактором биологической эволюции. Более того, оно создает такие мощные средства воздействия на окружающую среду, что их применение может иметь планетарный характер. Отсюда возникает необходимость в комплексном учете результатов человеческой деятельности, в выработке эффективных средств предотвращения отрицательных последствий воздействия общества на природную среду.

Решение этой задачи связано с колоссальными материальными затратами и сложнейшими научными изысканиями. Очевидно, человечество постепенно устранил вредные для окружающей природной среды отрасли производства, заменив сплошь и рядом физико-химическую технологию принципиально иной, например, биологической. Однако на пути решения этих назревших глобальных проблем стоят реакционные социально-классовые силы. Главным препятствием последовательной оптимизации взаимодействия общества и природы является империализм, вся система его классовых институтов, основанная на погоне за частной наживой и порождающая хищническое отношение к природе и реальную опасность ракетно-ядерной войны. Только социализм создает необходимые социальные предпосылки для планомерного установления гармонических отношений между обществом и природой.

3. Общество — открытая система. Это свойство проявляется, во-первых, в том, что общество не может существовать, не обмениваясь с природой веществом, энергией и информацией, во-вторых, в том, что каждое новое поколение начинает свою жизнь не на пустом месте, а наследует материальную и духовную культуру предыдущих поколений, а вновь созданное передает последующим, в-третьих, в том, что отдельные части человечества взаимодействуют друг с другом по различным каналам: торгово-экономическим, военным, научным, культурным и др.

Специфика открытости социальной системы состоит в том, что все названные процессы осуществляются в форме целеустремленной деятельности людей, направленной на преобразование природной и социальной среды. Современ-

¹ Забелин И. Человек и человечество. М., «Советский писатель», 1970, с. 86.

ный тип открытости социальной системы, когда производственная деятельность человека резко нарушает сложившееся равновесие в природе, обязывает постоянно заботиться о сохранении (или создании) благоприятной экологической среды обитания, в которой люди живут и откуда черпают необходимые им вещества и энергию.

Открытость отдельных частей общества по отношению друг к другу обязывает сохранять и создавать благоприятные социальные условия жизнедеятельности народов: сохранять и укреплять мир на нашей планете, нормализовать хозяйственно-культурную жизнь, развивать обмен деятельностью.

С каждым годом все более ощущается необходимость в учете комплексного влияния людей на экологическую и социальную среду. В связи с этим возрастает потребность в комплексном долгосрочном прогнозировании возможных неблагоприятных последствий человеческой деятельности на окружающую среду и соответствующем планировании мер по их предотвращению. История последних десятилетий убедительно показывает, что капитализм не в состоянии кардинально решать подобные задачи. Только при социализме складываются объективные предпосылки планомерного ограничения разрушающего воздействия человека на природную среду и рационального использования ее ресурсов. В Отчетном докладе ЦК КПСС XXV съезду партии отмечается, что «использовать природу можно по-разному. Можно — и история человечества знает тому немало примеров — оставлять за собой бесплодные, безжизненные, враждебные человеку пространства. Но можно и нужно... облагораживать природу, помогать природе полнее раскрывать ее жизненные силы... Это наш, социалистический путь»¹. XXV съезд КПСС разработал целый комплекс мероприятий по охране окружающей среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов². Задачи совершенствования социалистического природопользования стали важнейшими составными частями наших пятилетних планов.

Социалистический строй дал миру качественно новый тип открытости отдельных частей человечества по отношению друг к другу, новый тип экономического, научно-техничес-

¹ Материалы XXV съезда КПСС, с. 53.

² Там же.

кого и культурного обмена между странами социалистического содружества. Убедительным свидетельством тому являются взаимоотношения стран — членов СЭВ, успешно реализующих ныне совместно разработанную долговременную программу социалистической экономической интеграции. «Эта программа, товарищи,— подчеркнул Л. И. Брежнев на XXV съезде КПСС,— поднимает сотрудничество соцстран на гораздо более высокую ступень, чем просто развитие торговли. Она означает, например, совместное освоение природных ресурсов для общей пользы, совместное строительство крупных промышленных комплексов, рассчитанных на удовлетворение нужд всех его участников...»¹.

4. Общество — информационная система. Взаимодействие общества и природы, все виды человеческой деятельности основаны на информационных процессах. Многие виды деятельности сейчас вообще немислимы без использования научной информации, идущей от различных научных дисциплин. Эта черта обусловлена объективными требованиями НТР.

Специфическая роль социальной информации проявляется в способе воспроизводства общественной системы. Если биологические системы «сохраняют свою структуру во времени при непрерывной смене «субстрата» (поколений) прежде всего благодаря передаче наследственных признаков и стандартных узлов жизнедеятельности (инстинктов) через генетический аппарат отдельных особей и в меньшей мере — через индивидуальное научение, в обществе социально необходимая информация накапливается, хранится и передается благодаря деятельности особых социальных институтов, идеологических и других знаковых систем»².

Социальная информация, способы ее выработки, хранения и передачи явились мощным источником прогресса и открыли огромные преимущества перед всеми видами биологических сообществ, дали возможность каждому новому поколению людей опираться на приобретенный опыт своих предшественников. Без информации нет и общества.

В наше время социальная информация стала исключительно богатой и многообразной, а ее потоки — мощными и глобальными. «Современные технические и физические

¹ Материалы XXV съезда КПСС, с. 9.

² Л е в а д а Ю. А. Общество.— Философская энциклопедия. М., «Советская энциклопедия», 1967, с. 121.

открытия,— как справедливо отмечает Г. Клаус,— все более и более превращают нашу землю в единое информационное пространство. Говоря «единое», мы имеем в виду, разумеется, не содержательную сторону информации, а технические возможности коммуникации, обработку, хранение информации и т. д.»¹

Небывалая интенсификация информационных процессов вызвана усилением темпов развития общественной системы, дальнейшим ее усложнением. Особенно выросла роль научной информации. Производство знаний превратилось в важную отрасль человеческой деятельности, от которой существенным образом зависит поступательное движение истории. Знание всегда было силой, потому что на основании его осуществлялось преобразование реальности: природы, человеческого общества, психического склада людей. Однако современная наука создает такую базу для преобразования реальности, о которой не мечтали даже фантасты. Влияние науки из локального превратилось в универсальное, из временного фактора — в постоянно действующий. Не только создание технических новинок, но и новых видов энергии, материалов, само управление экономическими, политическими и иными социальными системами ныне невозможно без науки.

Монополизация информации становится в противоречие с интересами человечества. Консервирование социально значимой информации неминуемо приводит к искусственному замедлению развития отдельных частей человечества и отдельных сфер общественной жизни, что, в конечном счете, дезорганизует человеческую деятельность. Отчуждение информации — одно из чудовищных явлений антагонистического общества.

Научный труд К. Маркс называет всеобщим трудом. Всеобщность этого вида труда «обуславливается частью кооперацией современников, частью использованием труда предшественников»². Кто бы ни был первоначально творцом научной идеи, рано или поздно ее обладателями становятся все. Всеобщий способ потребления научной информации вытекает из самой природы информации и природы самого научного труда. Всеобщий характер научного производства и присвоения продуктов этого производства на современном уровне его развития в полной мере соответствует социально-экономическим законам социализма.

¹ См.: Клаус Г. Сила слова. М., «Прогресс», 1967, с. 121.

² Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., т. 25, ч. 1, с. 116.

Марксистско-ленинская теория раскрывает общую перспективу развития истории и служит методологической основой прогнозирования изменений отдельных компонентов общественной системы. Экономические законы социализма открывают объективные возможности комплексного планирования, охватывающего экономическую, социально-политическую и духовную сферы жизни общества.

Основу планирования экономического, а отчасти и социального развития в нашей стране составляет долгосрочное планирование. Планирование экономического развития на 5 лет сейчас становится вспомогательным средством. Оно перестало быть стратегическим фактором, хотя остается важным фактором оперативного искусства. В пятилетних планах деятельность общества корректируется в связи с изменившейся ситуацией. Такой подход дает возможность без потери перспективы учитывать изменения обстановки, развивать успехи, быстрее справляться с временными неудачами. В общем, такой подход дает возможность полнее, чем раньше, учитывать принцип обратной связи, что повышает гибкость планирования, превращая его из планирования в подлинную стратегию ведения социально-экономической борьбы. Система комплексного планирования (СКП) становится важным механизмом саморегулирования общества. Колоссально повышается роль информации, полученной с помощью долгосрочных прогнозов.

5. Общество — детерминированная система в том смысле, что сформировавшиеся на предыдущем этапе производительные силы, способы деятельности сказываются на жизни будущих поколений. Жизнедеятельность общества — это объективный, закономерный процесс. «Люди сами делают свою историю, — пишет К. Маркс, — но они ее делают не так, как им вздумается, при обстоятельствах, которые не сами они выбрали, а которые непосредственно имеются налицо, даны им и перешли от прошлого»¹.

Поскольку общество — детерминированная система, каждое поколение несет моральную ответственность не только перед настоящим, но и перед будущим. Сейчас эта проблема стоит так остро, как никогда.

Различные детерминированные системы отличаются друг от друга характером и принципом детерминации. Они, с точки зрения характера зависимости последующих состояний

¹ Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., т. 8, с. 119.

от предыдущих, делятся на два класса. Если одни состояния системы однозначно определяются другими, то такую систему относят к классу динамических; в противном случае — к стохастическим.

6. Общество — стохастическая система. Социальные законы — это прежде всего стохастические законы. Отсюда огромная роль статистических и вероятностных методов исследования общества. Свойство стохастичности весьма существенно для общественной системы. Дело в том, что присущие обществу объективные законы детерминируют только общее направление, тенденции социальных изменений, а их конкретные формы, методы, темпы определяются конкретными условиями и характером субъективного фактора. Наличие социальной детерминации и в то же время отсутствие жесткой детерминации со стороны социальных законов создает объективные предпосылки для исторического выбора. «Набор политических решений, которые правительство может использовать без риска нарушить существующую социальную структуру внутри страны и структуру международных отношений, ограничен. Отсюда вытекает возможность прогнозирования вариантов политических мероприятий или стратегий соответствующих государств.

Знание проблем, ресурсов, имеющихся в распоряжении общества для их разрешения, возможных методов решения (стратегий) позволяет высказать предположение о вероятности движения социально-экономического развития по той или иной траектории»¹. Через творческую проектирующую и практическую деятельность социального субъекта реализуется заложенная в самой природе общественной системы возможность ее многовариантных изменений.

Эксплуататорские общества характеризуются антагонистической конфликтной структурой. В этих системах противоборствуют разно направленные классовые силы. Каждый класс делает свой исторический выбор, ориентирует свою стратегию на определенную историческую возможность и стремится реализовать ее. В условиях антагонизма классовых интересов единого для всей системы выбора исторических путей, форм и методов практических действий не существует. Различные классы ориентируют свою стратегию

¹ Федоренко Н. П. О методах социально-экономического прогнозирования. — В сб.: Методология прогнозирования экономического развития. М., «Экономика», 1971, с. 10.

на те возможности, которые наиболее адекватны их коренным жизненным интересам. Противоположность этих интересов неминуемо порождает взаимную борьбу классов. Поэтому каждое новое состояние антагонистической системы складывается как результат конфликтующих сил.

Однако это не означает, что направление изменений социальной системы является абсолютно неопределенным. Дело в том, что возможности, заложенные в общественной системе, неодинаковы по своему отношению к действию объективных законов общественного развития. Один из них представляет собой возможности сохранения статус-кво, другие — возможности прогрессивных изменений. Первые противостоят объективной тенденции исторического прогресса и, в конце концов, исчерпываются, а вторые выражают требования объективного закона поступательного движения общества и, будучи непреодолимыми в силу этого, рано или поздно превращаются в действительность. Реализация последних передовыми классами в ходе революционной борьбы и определяет, в конечном счете, направление изменений классово-антагонистической социальной системы.

Хотя конечный исход борьбы классов определен объективными законами прогрессивного развития общества, на каждом данном этапе противоборства успехи любого класса во многом зависят от его способности выработать цели, формы и методы борьбы. Выработкой стратегии и тактики борьбы классов за реализацию различных исторических возможностей в современном обществе занимаются политические партии. Величайшее преимущество марксистско-ленинских партий перед всеми остальными состоит в том, что они при выборе целей, форм и методов практических действий опираются на самую передовую теорию — научный коммунизм. Поскольку в условиях социализма достигается единство основных интересов всех классов и слоев общества, а Коммунистическая партия становится руководящей силой, можно с полным основанием говорить о едином выборе направления развития по отношению ко всей системе в целом.

Социализм обеспечивает участие широких масс трудящихся в выработке и принятии решений по жизненно важным вопросам деятельности отдельных трудовых коллективов и общегосударственной политики. Творческая инициатива миллионов под научным руководством партии — мощный двигатель коммунистического прогресса — исто-

рического пути, избранного всем народом. Благодаря этому развитие социалистической системы осуществляется более целеустремленно, четче ориентированно, более быстрыми темпами, чем развитие капиталистической системы.

7. Общество — развивающаяся система. Способность его к развитию заключается в том, что детерминация его последующих состояний предыдущими приводит к необратимым, направленным изменениям.

Особенно важны те детерминирующие процессы, которые связаны с главным направлением прогрессивных изменений социальной системы. Эти процессы привели к глубокому кризису всего социального организма капитализма, к полному краху колониальной системы. «Империализм,— говорится в Программе КПСС,— вступил в период заката и гибели. Неотвратимый процесс разложения охватил капитализм от основания до вершины: его экономический и государственный строй, политику и идеологию»¹. Однако в рамках этой исторически изжившей себя, разлагающейся социальной системы продолжают расти производительные силы. Агрессивные силы империализма получают в свои руки все более грозное оружие, применение которого может оказаться катастрофичным для всего живого.

Направление развития — очень важная характеристика развивающейся системы. Неоколониалистская политика империализма, стихийность ведут к дальнейшему углублению неравномерности в развитии капиталистической системы в целом и тем самым обостряют ее внутренние противоречия. Каждый новый день существования капитализма несет новые беды трудящимся и увеличивает отрицательные последствия своего бытия для будущего человеческого общества. Капиталистическая система давно потеряла право на жизнь. Надежды человечества сейчас связаны с принципиально новой социальной системой — социалистической. Успехи социалистической интеграции определяют и в ближайшее время будут определять направление социального движения на нашей планете. Вот почему каждая значительная победа социализма или его поражение — это победа и поражение всего человечества.

Для развивающихся систем существенны темпы развития. Они являются мощным фактором, изменяющим лицо нашей

¹ Программа Коммунистической партии Советского Союза. М., Политиздат, 1971, с. 25.

планеты, условия жизни, стиль мышления и, вообще, психический склад общества и отдельных людей. Однако бурные темпы развития порождают новые сложные проблемы. Чем быстрее развитие, тем оно больше нуждается в контроле и управлении.

Специфика социального развития проявляется в субъектно-объектных отношениях. «История развития общества,— отмечает Ф. Энгельс, — в одном пункте существенно отличается от истории развития природы. В природе (поскольку мы оставляем в стороне обратное влияние на нее человека) действуют одна на другую лишь слепые, бессознательные силы, во взаимодействии которых и проявляются общие законы... Наоборот, в истории общества действуют люди, одаренные сознанием, поступающие обдуманно или под влиянием страсти, стремящиеся к определенным целям»¹. Важнейшим свойством сознания является его способность к творческому целеполаганию. Через сознательно-творческую деятельность людей (субъективного фактора) по преобразованию социальной системы и реализуются законы общественного развития. Присущий всей материи закон развития в социальной форме ее движения проявляется отчасти как закон сознательного исторического творчества.

По мере социального прогресса субъективный фактор становится все более активным, а его теоретические и практические потенции — все более могущественными. В наше время происходят грандиозные социальные преобразования не в порядке стихийного действия объективных законов, а благодаря целеустремленному движению широких народных масс. Поиски массами, поднявшимися на революционную борьбу против эксплуататоров, новых форм организации труда и быта В. И. Ленин называл историческим творчеством. Социалистические революции не являются следствием стихийного действия общественных законов, а по преимуществу результатом осознанной, целеустремленной борьбы трудящихся, руководимых коммунистами.

Как уже отмечалось, в функционировании и развитии всех досоциалистических формаций доминировало стихийное начало. «...История, как она шла до сих пор,— подчеркивал Ф. Энгельс,— протекает подобно природному процессу...»², т. е. главным образом стихийно. Стихийность

¹ Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., т. 21, с. 305—306.

² Там же, т. 37, с. 396.

в истории современного капитализма не только не преодолена, но, напротив, приобрела еще более разрушительный характер.

Возникновение социализма означало изменение типа общественного развития. Оно стало по преимуществу сознательно-плановым. Субъективный фактор социалистического общества имеет небывалые в истории возможности для творчески преобразующей деятельности. Но они не безграничны. Поэтому субъект при проектировании своей деятельности обязан, с одной стороны, не выйти за рамки объективных условий, а с другой — не умалить своих сознательных потенций. Правильное научно обоснованное программирование деятельности субъекта гарантирует его и от волюнтаризма и от пассивности.

Сознательно-планомерный характер функционирования и развития социалистической системы, качественно новая роль субъективного фактора реализуется через подсистему управления, сердцевиной которой является партийное руководство. Чтобы социалистическое управление было эффективным, оно должно быть одновременно и достаточно «жестким» и достаточно «гибким». Жесткость при этом надо понимать как последовательное и неуклонное выполнение поставленных целей, а гибкость — как способность учитывать новую информацию в порядке обратной связи и соответственно вносить необходимые коррективы в программу деятельности. Шаблонность, догматизм несовместимы с требованием гибкости управления, обусловленным динамизмом нашего века.

8. Общество — сложная иерархическая система. Это системное свойство общества выражает наличие различных уровней и звеньев организации и субординации между «этажами» социальной конструкции. Отдельные уровни организации общественной системы характеризуются определенными функциями. Отношения между этими уровнями отличаются большой сложностью. В марксистской литературе еще не получил надлежащей разработки вопрос об иерархизации социальной системы, еще не выяснены принципы и способы членения социального целого. Однако, как нам кажется, можно привести в качестве примера следующие (вполне очевидные) уровни: межнациональный (СЭВ, «Общий рынок» и т. п.), национальный (высший уровень в отдельных странах — правительство, министерство и т. п.), областной (провинция, штат, земля, область и т. п.) и т. д.

Иерархические уровни — это относительно обособленные подсистемы (блоки) социальной системы. Их взаимодействие, субординация осуществляются с той или иной степенью стихийности или планомерности. Присущая классово-антагонистическому обществу борьба между различными его звеньями и уровнями исключает последовательный планомерный обмен между ними информацией, их единую целенаправленность и взаимосогласованность и открывает путь стихийности.

Сложность современного общества возрастает чрезвычайно быстрыми темпами. Революция в производительных силах неумолимо требует создания все более грандиозных экономических, коммуникационных, образовательных и других систем. Эти системы так велики и сложны, что в условиях капитализма они становятся неуправляемыми и даже неконтролируемыми, естественным следствием чего являются большие потери человеческого труда, неспособность реализовать позитивные возможности. Конечно, в пределах отдельных монополистических объединений — как национальных, так и международных — управление осуществляется с применением самых современных методов и технических средств, но остается по-прежнему крайне неэффективным комплексное управление всеми сферами жизни отдельного общественного организма, не говоря уже о больших масштабах.

Иерархическая организация социалистического общества свободна от классовых антагонизмов. Общественная собственность на средства производства, единство коренных интересов всех классов и слоев социалистического общества обуславливают единую целенаправленность всех звеньев и уровней его организации. Иными словами, социализм создает объективные предпосылки для формирования самой современной, высокоэффективной системы управления социальными процессами в масштабах всего общества. Однако оптимальное управление не возникает стихийно, автоматически. Необходима систематическая, продуманная работа по совершенствованию форм, методов и технических средств управления. В «Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы» выдвигается задача **«совершенствовать управление народным хозяйством** в целях более полного использования преимуществ и возможностей экономики развитого социализма» и далее конкретизируется таким образом: усилить воздей-

ствие «всей системы управления на ускорение научно-технического прогресса, улучшение качества продукции, повышение эффективности общественного производства, достижение конечных народнохозяйственных результатов»¹.

Решение основного противоречия современной эпохи — противоречия между социалистической и капиталистической мировыми системами — зависит в значительной мере от уровня управления общественными процессами, от его способности использовать технико-экономический, интеллектуальный и человеческий потенциал общества. В. И. Ленин подчеркивал: «Берет верх тот, у кого величайшая техника, организованность, дисциплина и лучшие машины»², и «тут-то мы и должны противопоставить два способа ведения хозяйства — социалистический и капиталистический. Тут тоже война, в которой мы и должны дать решительный бой»³.

Цели и характер оптимизации управления в социалистических и капиталистических странах диаметрально противоположны. Не надо забывать, что речь идет об оптимизации противоположных по своей социально-экономической природе социальных систем. Оптимизация управления общественными процессами в условиях капитализма осуществляется не с точки зрения жизненных интересов широких масс трудящихся, а, в первую очередь, с точки зрения интересов крупных монополий, которые противоположны интересам трудящихся и даже интересам части буржуазии. Такая оптимизация хозяйственным управлением страны не устраняет основной двигатель империализма — погоню за сверхприбылями, стремление к мировому господству. АСУ в капиталистических странах означает лишь оптимизацию системы капиталистической эксплуатации. Оптимизированная капиталистическая система — это чудовищная система тотального насилия.

9. Общество — централизованная система. Среди всех элементов социальной системы есть такой, что отношение между всеми остальными, в конечном счете, определяется через отношение к этому центральному элементу. Таким элементом выступает способ производства материальных благ. На основе материально-производственной деятельности, как на фундаменте, строится все здание общества.

¹ Материалы XXV съезда КПСС, с. 171.

² Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 36, с. 116.

³ Там же, т. 42, с. 77.

Производство — это тот узел, который связывает в единое целое все сферы жизнедеятельности общества. Оно опосредует влияние других видов деятельности на функционирование всей системы. Это значит, что изменение в характере, скажем, государственной политики, образования и т. д. могут привести к заметным изменениям в общественной жизни лишь постольку, поскольку они «преломляются» через экономику, «подкрепляются» экономикой, «трансформируются» через нее на другие элементы.

Такое понимание роли экономического фактора не должно, естественно, означать редукции всех других факторов к одному — экономическому. В противном случае мы имели бы точку зрения вульгарного «экономизма», а не исторического материализма. «Дело обстоит совсем не так, что только экономическое положение является *единственной активной причиной*, а остальное является лишь пассивным следствием,— писал Ф. Энгельс.— Нет, тут взаимодействие на основе экономической необходимости, *в конечном счете* всегда прокладывающей себе путь»¹. Учет доминирующей роли материального производства в функционировании и развитии общественной системы — необходимое условие эффективной стратегии управления социальными процессами.

Мы рассмотрели некоторые параметры, теми или иными значениями которых характеризуется любое общество. Такие параметры не всегда являются общесистемными, их можно назвать системосоциологическими, а зависимости, которые имеют место между значениями этих параметров, соответственно — системосоциологическими законами. Мы выделили только некоторые системообразующие параметры и через них посмотрели на общественную жизнь. Это можно было сделать потому, что каждый системосоциологический параметр несет в себе явно выраженный принцип жизнедеятельности общества, каждый из которых реализуется в серии более конкретных принципов.

Нам кажется, что предлагаемый подход может быть развит и использован как для решения ряда существующих социальных проблем, так и для постановки и решения новых проблем. В частности, использование системных параметров и закономерностей позволило бы унифицировать

¹ См.: Маркс К. и Энгельс Ф. Избранные письма. М., Госполитиздат, 1953, с. 470.

социологическое описание и выработать принципы общей теории социального объяснения и прогнозирования. Такой подход, как можно было частично убедиться, навязывается самим характером современной исторической эпохи. Задача заключается в том, чтобы развивать его с позиций марксизма-ленинизма.

§ 2. Некоторые аспекты системного подхода к исследованию личности

В основе марксистского учения о личности лежит представление об обществе как целостном социальном организме, что получило обоснование в концепции марксистского учения об общественно-экономической формации, где отвергается, как ненаучная, трактовка человека с позиций антропологического материализма. В отличие от Л. Фейербаха К. Маркс и Ф. Энгельс считали специфической, определяющей сферой деятельности людей материальное производство. Этот методологический принцип дал исходные установки для выяснения как социальной сущности человека, так и механизма взаимодействия социальной среды и личности.

Применение системного подхода к личности связано с марксистским требованием вычленения социальных типов личности, поскольку такой подход подчеркивает определяющую роль среды по отношению к личности.

Социальный тип личности понимается как конкретное специфическое для каждой данной общественно-экономической формации распределение людей по классам и другим социальным общностям. Развитие человека, его способностей, талантов, взглядов, сознания в целом, всей его психики определяется различными социально-историческими условиями каждой конкретной эпохи. В то же время, подчеркивая формирующую роль социальной среды, марксизм всегда указывал и на активную роль человека в формировании своей сущности: «...Как само общество производит человека как человека, так и он производит общество»¹.

Применяя системный подход к личности, мы используем определение социальной личности Я. Щепаньским, который отмечает, что личность человека является интегральной

¹ Маркс К. и Энгельс Ф. Из ранних произведений. М., Госполитиздат, 1956, с. 589.

целостностью биогенных, психогенных и социогенных элементов. В этом случае под личностью понимается «комплекс устойчивых свойств индивида, влияющих на его поведение, вырастающих на основе биологических и психических свойств и вытекающих из влияния культуры и структуры общностей, в которых индивид был воспитан и в которых он участвует»¹.

При системном подходе к социальным явлениям, в том числе и к личности, обычно исходят из организмических концепций. Применение методологии организмических моделей имеет некоторые достоинства. Так, посредством этих моделей были исследованы принципы гомеостазиса живых систем, циклической зависимости трех аспектов: функции, структуры и истории, а также специфические функции некоторых систем (например, «переработка информации» и др.)².

Наряду с этим в современной социологической литературе поставлена задача развития концептуальных понятий, которые более адекватны динамическим сложным социальным системам, чем организмические концепции. Основным направлением исследования становится изучение различного типа социальных целостностей, проблема порождения свойств целого из свойств элементов и наоборот, проблема управления как специфического способа регулирования взаимосвязей между уровнями системы. Важным принципом становится неотделимость описания системы от описания условий ее существования³.

Применение методологии системного подхода к личности возможно только с учетом специфики личности как системы.

Проблема целостности личности активно исследуется в советской и зарубежной литературе. Этот аспект, несомненно, представляет особую проблему, в то же время речь должна идти, прежде всего, о специфике системных уровней исследований, о связи структуры и функции, о специфике системы социальной организации.

При изучении личности больше, чем каких-либо иных

¹ Щепаньский Я. Элементарные понятия социологии. М., «Прогресс», 1969, с. 68—69.

² См.: Рапопорт А. Различные подходы к общей теории систем. — В сб.: Системные исследования. Ин-т истории естествознания и техники. М., «Наука», 1969, с. 66—67.

³ См.: Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г. Системные исследования и ОТС. — В сб.: Системные исследования, с. 17.

систем, становится очевидной недостаточность организмической модели поведения, центральным понятием которой является принцип гомеостазиса. Именно поэтому все большее значение приобретает изучение личности как открытой по отношению к социальной среде системы. Личность имеет характер не только адаптивной, но адаптивно-преобразующей системы. Опережающее отражение, характеризующее как мыслительную деятельность отдельного индивида, так и функции духовно-практической деятельности социальной системы в целом, является основой для понимания личности как самоорганизующей системы, которая является не только объектом, но и субъектом общественных отношений. Проблема заключается в поиске социального эквивалента организмической, относительно фиксированной структуре. Принципы гомеостазиса не способны достаточно адекватно описать внутренние ретроспективные социальные системы, для которых изменение, диалектика более характерны, чем стабильность.

В этом случае системой S , как и выше, считаем множество m , на котором реализуется определенное отношение R .

При любом выборе константы \bar{P} множество m , в котором реализуется отношение R , обладающее свойством P , оказывается системой по отношению к P . Так, важным фактором проявления целостности личности служит вербальная целостность. Она, как подсистема одного уровня, может интерпретироваться структурой высшего уровня, например, этно-лингвистической группой. Эта зависимость достаточно полно прослежена в теории лингвистической относительности Сепира — Уорфа¹. Разные типы возможных влияний языка на образование мысли, отложившейся в языке в виде семантики его слов, интерпретируют различные типы вербальной целостности личности.

Употребляя аналогию, можно сказать, что различные этно-лингвистические группы интерпретируют своеобразие вербальной целостности, имея в основе один и тот же субстрат — реальную действительность.

Нам представляется, что с позиций применения интерпретационного отношения $P \rightarrow R \rightarrow m$ удастся более точно охарактеризовать социологические и социально-психологические параметры структуры личности. Так, в

¹ См.: Гипотеза Сепира—Уорфа.— В сб.: Новое в лингвистике, вып. 1. М., Изд-во иностр. лит., 1960.

решении вопроса о социологической направленности личности последнюю можно определить не только психологическими уровнями (Г. М. Смирнов) или психологическими установками (Д. Н. Узнадзе). Процесс формирования отраженного «Я», самосознания, сложнее и богаче, он осуществляется скорее всего благодаря отношениям второго порядка (между психологическими и социологическими характеристиками) и может интерпретироваться как социологическая основа активности личности, поскольку социологический и социально-психологический подходы изучают различные механизмы включения личности в социальную общность.

В то же время их можно рассматривать и в плане различий степени системности, определяемой нами как параметр четкости (релевантности) системы. Системные характеристики или свойства возникают благодаря особой организации более низкого (менее сложного) уровня компонентов. Таким образом, метод логической интерпретации позволяет выявить отношения в подсистемах, представляющих собой организованную сложность, целостность. Этот метод дает возможность уточнить одну из ключевых идей в системном мышлении, идущую еще от Аристотеля о том, что «целое не равно сумме частей», ибо позволяет открыть характеристики, которые нельзя обнаружить вне системы, в ее элементах самих по себе. В исследовании личности движутся от элементов к системе. Нам представляется существенным и обратное: от системы к компонентам с учетом того, что свойства и функции подсистем обеспечивают целостность системы.

При системном подходе личность предстает как многоуровневое и многокомпонентное единство, относящееся к классу сложных систем. Проблема заключается в выяснении роли и значения каждой из взаимодействующих в ней сторон определения ведущего компонента в формировании целостности системы на каждом из структурных уровней.

Социологическое исследование личности позволяет реализовать идеи системного подхода в конкретизации целостности личности как взаимосвязи социально-типического и индивидуального в ней.

Такой подход позволяет выделить систему личности из окружающей среды с целью исследования как внешних ее связей, которые обеспечивают взаимодействие системы со средой (многообразие форм и виды социальной деятельности личности), так и внутренние связи, благодаря которым

она выступает как нечто автономное, конкретная индивидуальность.

При определении оснований для категориального анализа типизации личности мы исходим из того, что личность — всегда определенный социальный тип, что как носитель общего и особенного, один и тот же человек может быть обладателем типических свойств различного порядка и, следовательно, представлять тип в разных отношениях. Важным также представляется понятие о том, что только система типов может быть адекватна структуре общества. Как отмечает Г. Смирнов, «направленность и тип — характеристики личности, связанные друг с другом теснейшим образом, ибо само содержание понятия направленности уже предполагает множественность ее, а множественность реализуется и пребывает в виде типов. Вместе с тем направленность и тип представляют собой наиболее обобщенные показатели социального содержания личности...

Различные условия в положении людей порождают целую систему типов сознания и поведения, а стало быть, и систему типов личностей»¹.

Тип личности определяется, прежде всего, социально-классовой структурой общества. В условиях развитого социалистического общества впервые появляются такие черты личности, которые выступают общими для всех классов и социальных групп этого общества.

В Отчетном докладе XXV съезду КПСС Л. И. Брежнев отметил, что «важнейший итог прошедшего шестидесятилетия — это советский человек. Человек, который сумел, завоевав свободу, отстоять ее в самых тяжких боях. Человек, который строил будущее, не жалея сил и идя на любые жертвы. Человек, который, пройдя все испытания, сам неузнаваемо изменился, соединил в себе идейную убежденность и огромную жизненную энергию, культуру, знания и умение их применять. Это — человек, который, будучи горячим патриотом, был и всегда будет последовательным интернационалистом»². В марксистской социальной типологии личности учитывается наличие не только классовых и внутри-классовых типов, но и влияние таких социальных комплексов, как типология организационных структур. Попытки определения типологии личности находим у Г. Н. Волкова,

¹ С м и р н о в Г. Л. Советский человек. Формирование социалистического типа личности. Изд. 2-е, доп., М., Политиздат, 1973, с. 58—59.

² Материалы XXV съезда КПСС, с. 87.

который рассматривает историю развития техники в плане системного подхода, выделяя систему «человек-машина»¹. Такой подход можно охарактеризовать как социально-исторический. Техника в этом случае является результатом разрешения противоречий между человеком и природой в пользу человека. В ней генерируются цели и средства человека, реализуясь в инструментальном характере техники. Техничко-технологические процессы направлены на непосредственное и опосредованное обслуживание человека, его потребностей, различных форм деятельности. По мере снятия механических методов воздействия на природу технические системы преобразуются как в смысле материала, формы, так и в смысле технологии. Изменение соотношения в системе «человек-машина» оказывает существенное влияние на систему типов и в целом на структуру общества. С другой стороны, изменение в технологических структурах как подсистеме сложного единства «человек-природа» способствует появлению качественно иных социальных и индивидуальных свойств, генерирующихся в понятии социально-типического в широком социальном контексте. Реализация этих отношений осуществляется в прохождении через различные каналы: социальные институты, коммуникационные структуры, лингвистические образования.

Критерий степени системности помогает понять соотношение более широких типов к менее широким, соотношение как целого к части, когда «специфику данного основного типа целостности обуславливает не любое присущее ему материальное воздействие, а непосредственное взаимодействие объектов наивозможно высшего в рамках этого типа уровня материальной организации»².

Так, научно-техническая революция, особенно совершенствование средств массовых коммуникаций, расширяет границы социального пространства. Применительно к становлению личности этот фактор позволяет предположить возникновение особого метауровня социализации, связанного с влиянием на прогресс личности в глобальном масштабе нового, социалистического типа отношений.

Системный подход к личности как системе организован-

¹ См.: Волков Г. Н. Эра роботов или эра человека? М., Политиздат, 1965.

² Афанасьев В. Г. О системном подходе в социологии. — «Вопросы философии», 1973, № 6.

ного типа требует рассмотрения механизмов социального контроля и самоорганизации личности. Здесь значительный интерес представляет изучение как адаптации личности к условиям определенной общественно-экономической среды, так и действия на личность через среду духовной жизни общества.

Биогенные и психогенные характеристики, составляющие личность как комплекс определенных атрибутивных черт — характера, воли, самостоятельности мышления, определенных оценок и взглядов, оригинальности чувства, внутренней собранности и других — являются подсистемной организацией биопсихического плана.

На социальном уровне, по-видимому, тоже существуют различные компоненты: во-первых, личность выступает как факторная подсистема управления, когда система управления раскладывается по множеству отношений R , свойств S , элементов Q , ее образующих, т. е. по факторам, обеспечивающим существование личности; во-вторых, в то же время подсистемы социализации и индивидуализации можно рассматривать как процедурные, основанные на исследовании процедур управления (т. е. множество свойств S , отношений R , элементов Q) в их временном социальном разрезе. Такой подход позволяет уточнить особенности выделенных в каждой системе управления функциональных подсистем. Так, если в факторных подсистемах рассматривается «отношение свойств» элементов систем, то в процедурных подсистемах рассматриваются «свойства отношений» их элементов¹. Принцип атрибутивности, между тем, иногда противопоставляется системному. Личность рассматривается как совокупность черт.

Для более углубленного понимания личности необходимо применение принципа дополнительности подсистем. При этом следует учитывать специфику применения принципа дополнительности на социальном уровне, поскольку этот принцип, преимущественно развитый в физике, носит на себе печать механической модели, в то время как личность представляет модель динамического характера.

В социологии принцип дополнительности носит социальный характер, ибо требует социального времени и

¹ См.: Кошарский Б. Д., Уемов А. И. Принцип дополнительности системного описания и модульность структуры АСУП.— В сб.: Системный метод и современная наука, вып. 2. Новосибирск, 1972, с. 203—204 (Новосибирск. ун-т).

социального пространства, а также учета целостности социального организма в его динамическом развитии. Принцип дополнительности здесь не существует без принципа избирательности. Эволюция структурных уровней личности в принципе дополнительности оказывается зависимой больше от коммуникативных, чем субстанциональных факторов. Личность, как открытая по отношению к социальной среде система, связана почти полностью с конвенционализированным уровнем информации, и этот процесс перекрывает любую жесткую структуру организмического типа. Так, анализ процесса индивидуализации показывает, что личность «сталкивается не только с общественной регулятивной системой в целом, но и с ее модификациями в разных группах»¹. Эти модификации можно классифицировать как различные уровни «вырастания» личности из социальной системы и обеспечения автономности ее деятельности: формирование определенных индивидуальных мировоззренческих и поведенческих критериев в процессе трудовой деятельности; уточнение и дополнение системы социальных оценок на основе познания и самопознания; избирательность межличностного общения, связанная с системой социальных ролей и обеспечивающая специфику индивидуального поведения.

При этом принцип дополнительности позволяет рассматривать личность как систему с целенаправленной активностью, которую можно определить как готовность к социальной организации на отмеченных нами различных уровнях.

Взаимодействие между атрибутивной и организационной подсистемами личности реализуется через принцип дополнительности, вероятно, вследствие избирательного анализа информационных потоков различных уровней, поскольку, во-первых, системные компоненты сами обладают определенным уровнем организации, а во-вторых, каждое из альтернативных поведения этих подсистем в определенном плане ассоциируется с функционированием системы в целом через определенные уровни коммуникативных связей. Информация здесь находится в положении субординации к эволюции структур личности, а критерием целостности подсистем служит информационная структура символиче-

¹ Очерки методологии познания социальных явлений. М., «Мысль», 1970, с. 208.

ских форм, существующих в данной социальной системе. Информированность личности, поэтому, предполагается как вероятностная подсистема, возникновение которой связано с различными уровнями социализации и психофизиологическими возможностями усвоения информации каждого конкретного индивида ¹.

Таким образом, рассмотренные нами аспекты возможного применения системного подхода к личности позволяют выделить моменты: во-первых, личность представляет собой специфическую систему социальной организации, обладающую высокой внутренней активностью, избирательностью и целенаправленностью поведения; во-вторых, обладая автономной организацией, личность выступает как интегративно-обобщенная целостность, выражая определенную упорядоченность отношений между индивидом и социальной средой, а также устойчивость этой упорядоченности; в-третьих, на основе системного представления о личности раскрываются природа и механизмы синтеза индивидуальных и социальных аспектов в ее становлении; в-четвертых, целостное обоснование личности возможно на основании общих представлений о структурной организации и иерархии ее подсистем.

§ 3. Выражение свойств личности через системные параметры

Рассмотрим применение понятий общей теории систем для решения некоторых проблем человеческой личности, в частности, таких, как анализ свойств личности и его значение в создании системной типологии личности.

О социальном человеке можно что-либо сказать только в том случае, если он включен в конкретную систему общественных отношений и выполняет в ней какую-либо социальную роль ². В этой системе личность получает социальную определенность и значимость через проявляемые ею черты. (Такие слова-синонимы как «свойство», «черта», «признак», «характеристика» употребляются в тексте из стилистических соображений). Общественную жизнь можно представить как многообразие обычных и необычных ситуаций,

¹ Решение этой проблемы требует объединенных усилий биологов, кибернетиков и философов.

² См.: Кон И. Социология личности. М., Политиздат, 1967, с. 23—29.

в которые попадает человек. Способ реагирования на эти ситуации будет способствовать проявлению соответствующих свойств, таких, например, как беспокойный, веселый, ворчливый, гостеприимный, доброжелательный, жадный, завистливый, интересный, коварный, красноречивый, легкомысленный, любознательный, мошенник, наблюдательный, нелюдим, общительный, оптимист, проницательный, развязный, скандальный, способный, талантливый, умный, увертливый, хитрый, цепкий, честлюбивый, шаловливый, щедрый, эгоист, язвительный и т. д. Личность представляет собой диалектическое единство самых разнообразных, нередко противоречащих друг другу свойств. Ее можно определить как сложную систему. Но личность не есть механическая сумма какого-то количества признаков. Наиболее важным моментом здесь является выявление основных свойств и их устойчивых сочетаний, составляющих основу личности и проявляющихся в разных формах социальной теории и практики.

С точки зрения социального применения и проявления личностные признаки можно классифицировать как социально положительные и социально отрицательные. Социальная оценка проявляемого признака как положительного, так и отрицательного носит относительный характер и зависит от особенностей и характера ситуации и социальной среды, которая определяет проявление свойств. Например, такое свойство как «добрый» в определенной ситуации может стать синонимом «несправедливый». Добрый учитель, проявляющий мягкотелость в оценке знаний ленивых или неспособных учеников, становится несправедливым по отношению к тем ученикам, которые своим трудолюбием и способностями заслуживают похвалы и высшей оценки, не говоря уже о том, что неоправданный либерализм может отрицательно сказаться на становлении характера человека. Одни и те же свойства имеют разные формы социального проявления. Форма же социального проявления зависит от конкретно-исторической ситуации, от социальных условий, в которых эти свойства проявляются и применяются.

Отдельное свойство не проявляется само по себе, а всегда взаимодействует с другим или другими в зависимости от того, каким устойчивым сочетанием свойств представлена та или иная личность. Поэтому анализ свойств личности должен включать в себя две операции — простую и сложную. Простая операция — это перечисление всех характе-

ристик, присущих человеческой личности, и сведение их в единый каталог. Сложная операция — выявление и описание типов связей между взаимодействующими свойствами во всем их многообразии и разнообразии.

Чтобы приступить к анализу свойств личности, необходимо иметь максимально полный их набор, т. е. реализовать первую операцию. Разнообразие форм и сложность общественных отношений, повторяемость ситуаций практически обеспечивают проявление всех свойств, присущих человеческой личности. Каждое проявление личности подмечалось человеком и люди давали ему определенное название, которое оформлялось в языковой единице — слове. С помощью слова в сознании человека отражались черты другого человека. Значение слова отражает наиболее общие и существенные признаки предмета или явления. Поэтому лексика, в состав которой входят слова, обозначающие свойства личности, является убедительным эмпирическим материалом для изучения личности. Классики марксизма считали, что язык как материальный носитель мышления может рассматриваться как один из способов познания окружающей действительности, ибо «язык есть непосредственная действительность мысли»¹. Таким образом, суть первой операции сводится к выделению из словарного состава языка слов, обозначающих человеческие свойства.

В результате работы со «Словарем русского языка» С. И. Ожегова нам удалось выделить 1835 слов, обозначающих человеческие свойства и свести их в единый каталог. Эти слова были разбиты на синонимические ряды. Из каждого ряда взяты только основные слова, а остальные отброшены. На этом выполнение первой операции можно считать окончанным.

Выполнение второй операции сводится к выявлению существенных связей между свойствами и к их описанию. Далеко не всегда связь между свойствами человека устойчива. Так, связь свойств «пассивность», «энергичность» может иметь лишь случайный, временный характер. Бездеятельный, пассивный человек может проявить свойство «энергичный», скажем, в экстремальной ситуации, но он не способен выполнять социальную роль, постоянно требующую энергичности, динамичности, гибкости, смелости в принятии решений. Поэтому нас интересует выявление,

¹ Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., т. 3, с. 448.

прежде всего, устойчивых видов связей между свойствами, которые характеризуют типы устойчивых сочетаний свойств, имеющих повторяемость, устойчивость в разнообразии ситуационного проявления.

Виды связей между свойствами можно выявить и описать на эмпирическом уровне. Например, можно заметить, что свойство «вспыльчивый» имеет связь со свойством «безрассудный», «неосторожный», «неуживчивый», свойство «хвастливый» — со свойствами «болтливый», «лживый», «бесцеремонный», «неискренний», свойство «бюрократ» — со свойствами «черствый», «бездушный», «бесчеловечный» и др. Выявление эмпирической закономерности подобным способом возможно лишь при условии, что этим делом будет длительное время заниматься многочисленный научный коллектив. Но даже при таком условии степень достоверности полученных выводов окажется невысокой.

Свойства проявляются в конкретной ситуации, и именно она дает возможность определения связей между ними. Многократная повторяемость одной и той же ситуации способствует выявлению устойчивой связи, редко возникающая ситуация устанавливает лишь случайные связи. Редкие ситуации могут быть ординарными и экстремальными. В ординарной ситуации (пошел на работу в разных ботинках) не происходит таких превращений, которые могли бы сыграть важную роль в изменении личности. Экстремальные ситуации, как правило, способствуют проявлению таких свойств и возникновению таких связей между ними, которые существенно изменяют человека, ими обладающего, определяют тип личности по-новому. Так, война в тихом и скромном человеке может проявить свойства, которые сделают его героем; а в самоуверенном и тщеславном иногда проявляла такие черты, которые определяли его как труса и предателя и т. д. Таким образом, вырисовывается еще одна не менее важная проблема. Поскольку существует прямая зависимость вида связи, возникающего между свойствами, от ситуации, в которой эти свойства проявляются, то необходимо создание классификации ситуаций, возникающих в процессе жизнедеятельности человека.

Кроме того, нельзя быть уверенным, что повторяющиеся ситуации способствуют проявлению и установлению связей именно между теми свойствами, которые составляют сущность человека. Социальная ситуация не всегда является идеальным случаем, благодаря которому проявляются при-

сущие человеку свойства. Возможно именно случайные, а не повторяющиеся ситуации, выявят существенные свойства личности, которые раскрываются как способности.

На эмпирическом уровне исследования дать достаточно убедительный ответ на поставленные выше вопросы представляется затруднительным, поскольку он является своеобразной констатацией социальных возможностей развития свойств личности в конкретно-исторической ситуации. Но всякое научное исследование должно иметь перспективу применения своих результатов не только в настоящем, но и в будущем. Поэтому теоретический уровень анализа свойств личности оказывается предпочтительным. Теоретический уровень исследования взаимосвязей между свойствами личности возможен с помощью общей теории систем.

Как было показано в предыдущих главах, любой объект, рассматриваемый в качестве системы, может быть описан с помощью системных параметров. Любая конкретная система характеризуется сочетанием тех или иных значений системных параметров. Между системными параметрами устанавливаются связи — общесистемные закономерности. Объяснение свойств человеческой личности через системные параметры позволит говорить о теоретическом способе установления видов связей между свойствами человека.

Приведем несколько примеров. Свойство «прямодушный» подчеркивает, что человек, им обладающий, лишен хитрости, лицемерия, не способен и не считает нужным скрывать свои подлинные чувства и мысли, свое отношение к кому-либо или к чему-либо. Поступки прямодушного человека образуют имманентную (с. 39) систему. Ее можно понять, исходя из нее самой, анализируя определяющее ее системообразующее отношение в рамках субстрата этой системы. Общесистемная закономерность связывает имманентность и гомогенность (с. 72). Это означает применительно к данному случаю, что действия прямодушного человека, как правило, будут однотипными. С точки зрения ситуации, они будут разными, но в каждом конкретном случае ситуативного проявления они будут обнаруживать существенную общность своего характера.

Такое свойство, как «догматик» можно объяснить с помощью системного параметра «завершенность» системы. Человек, придерживающийся догматических взглядов, неуклонно и последовательно следует им. Всякое отклонение, изменение или присоединение новых элементов к системе

его мировоззрения вызывает у него активный протест, и он отстаивает свои взгляды с фанатической убежденностью всеми доступными средствами. Его отношение к миру, осмысление природных и общественных явлений, закрепленное в виде раз и навсегда сформулированных идей и теоретических обобщений представляет в этом смысле замкнутую, завершенную систему. Взгляды талантливого, творчески мыслящего человека образуют незавершенную, но сильную систему. Если присоединение дополнительных элементов к завершенной системе уничтожает ее, то незавершенная система допускает присоединение новых элементов, но при этом остается все той же системой. Человек, одаренный таким свойством, как «творческий», «созидательный», связан с созданием системы духовных и материальных ценностей. Включение новых элементов в незавершенную систему означает их переработку творческим человеком в более новые и совершенные категории. Завершенная же система выталкивает всякий дополнительный элемент, так как он грозит ее разрушением.

Примером нестабильной (с. 40) системы могут служить взгляды и поведение человека, обладающего свойством «неустойчивый». Это свойство характеризует человека как ненадежного, не имеющего твердых взглядов и убеждений, непоследовательного, легко поддающегося чужому влиянию и легко меняющего принятые решения, непостоянного. От такого человека не знаешь, чего ждать в следующую минуту. В народе говорят, что такие люди «без царя в голове». Нередко они безобидны и совершают поступки, независимо от их последствий, непреднамеренно, поскольку неспособны предвидеть последствий своей деятельности. Примерами неустойчивых людей могут служить герой французского фильма «Зануда» Пиньон и гоголевский Хлестаков. То, что эти люди живут в разных исторических эпохах, не может служить препятствием для отнесения их к одной группе. Свойства личности имеют исторически устойчивый характер, но формы проявления в условиях конкретно-исторической ситуации они имеют разные. Не вдаваясь в дальнейшее объяснение свойств личности через системные параметры, приведем список тех свойств, которые допускают подобный анализ: аккуратный, активный, дальновидный, деспотичный, избалованный, искренний, капризный, лживый, отверженный, откровенный, пассивный, послушный, равнодушный, самоуверенный, творческий, тупой, умный, урод-

ливый, фантазер, хитрый и др. Без сомнения существуют и такие свойства, которые не допускают их анализа с позиций общей теории систем. К ним можно отнести такие свойства, как «голубоглазый», «плечистый», «коренастый», «костлявый» и т. п. преимущественно биологические свойства. Но список свойств личности, допускающий общесистемный анализ, является достаточно внушительным, чтобы вселять оптимизм в тех, кто стремится с помощью параметрической теории систем перейти от анализа свойств личности к созданию системной типологии личности.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение	3
<i>Глава I.</i> Определение понятия «система» и проблема специфики системного подхода к объекту	11
§ 1. Анализ некоторых определений понятия «система»	11
§ 2. Определение понятия «система»	18
<i>Глава II.</i> Диалектический метод и системный подход	25
§ 1. Системный подход — антитеза метафизическому мышлению	25
§ 2. Роль философии в системном подходе	30
§ 3. Системологическая проблематика в философии	33
<i>Глава III.</i> Системные параметры	36
§ 1. Общая характеристика	36
§ 2. Формальная типология системных параметров	48
<i>Глава IV.</i> Общесистемные закономерности	58
§ 1. Общесистемные закономерности, выявленные статистическими методами	58
§ 2. Общесистемные закономерности, выявленные аналитическими методами	73
<i>Глава V.</i> Простота-сложность как общесистемный параметр. Мера сложности	80
§ 1. Логические концепции простоты Н. Гудмена и Д. Кемени	81
§ 2. Энтропийная мера простоты	87
§ 3. Системный подход к измерению простоты	93
<i>Глава VI.</i> Упрощение систем	104
§ 1. Сущность упрощения и типы упрощения систем	104
§ 2. Виды и способы упрощения систем	111
§ 3. Условия выбора способов упрощения систем	116
<i>Глава VII.</i> Некоторые проблемы синтеза и анализа систем	125
§ 1. Системное компонование и системное декомпозирование	126
§ 2. Группировка системных параметров	127
§ 3. Системное декомпозирование	131
<i>Глава VIII.</i> Применение методологии системного исследования к философским проблемам физики	134
§ 1. Систематизация онтологических предпосылок физического знания	134

§ 2. Пространство и время с общесистемной точки зрения . .	140
§ 3. Квантовая механика, принцип дополнительности и без- эталонное измерение	147
<i>Глава IX.</i> Некоторые вопросы применения системного подхода в геологических исследованиях	152
<i>Глава X.</i> Системный подход и современная биология	161
<i>Глава XI.</i> Системный подход в лингвистике	175
§ 1. К истории системного подхода в языкознании	175
§ 2. Современная лингвистика и теория систем (обзор проблем)	181
§ 3. Лингвистика и логика. Их взаимодействие с точки зре- ния теории систем	188
§ 4. Лингвистика и логика. Об одной логической схеме поро- ждающей грамматики	195
§ 5. Типология языков и проблема их адекватности	204
§ 6. О системном подходе к анализу структуры простого пред- ложения	207
<i>Глава XII.</i> Системный подход в социологии	214
§ 1. Параметрическая характеристика общества	214
§ 2. Некоторые аспекты системного подхода к исследованию личности	239
§ 3. Выражение свойств личности через системные параметры	247

ЛОГИКА И МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Редактор Л. А. Швидченко
Обложка художника Е. Г. Рублева
Технический редактор А. И. Левицкая
Корректор Л. В. Довженко

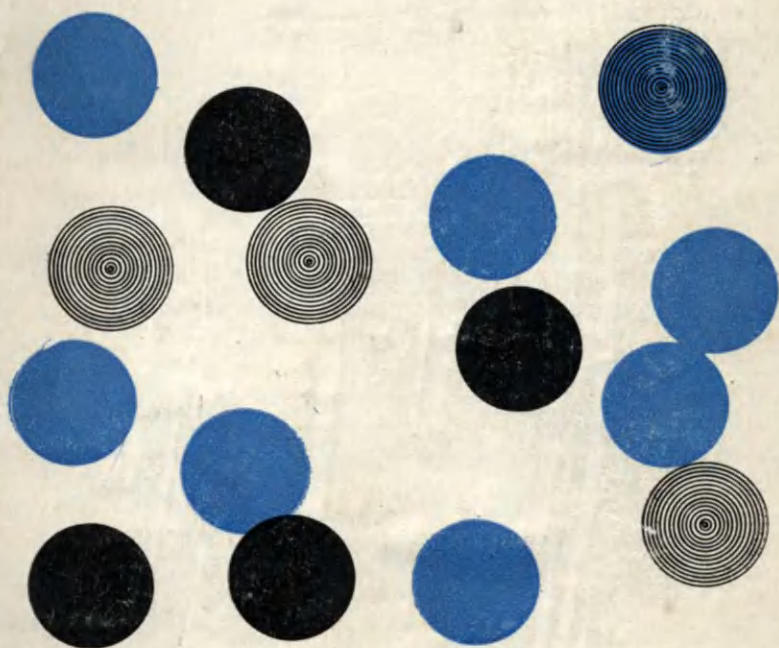
Информ. бланк № 1837

Сдано в набор 2. 12. 1976 г. Подписано в печать 17. 06. 1977 г. Формат 84×108^{1/32}.
Бумага типографская № 3. 13, 44 усл. печ. л. 13, 53 уч.-изд. л. Тираж 2700 экз.
Изд. № 3133. БР 07522. Зак. № 6—3250. Цена 2 р. 19 к.

Главное издательство
издательского объединения «Вища школа».
252054, Киев-54, ул. Гоголевская, 7

Отпечатано с матриц Головного предприятия республиканского производственного объединения «Полиграф-книга» Госкомиздата УССР, Киев, ул. Довженко, 3, в Харьковской городской типографии № 16 Областного управления по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Харьков-3, Университетская, 16. Зак 1747.

ЛОГИКА И МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



2 руб. 19 коп.

